

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-237900

(43)Date of publication of application : 31.08.2001

(51)Int.Cl. H04L 12/66
H04J 3/00
H04L 12/28
H04L 12/56

(21)Application number : 2000-396966

(71)Applicant : ALCATEL USA SOURCING LP

(22)Date of filing : 27.12.2000

(72)Inventor : SHAMSELDIN ADEL A
JOERGER RICHARD B
NEEL THOMAS H
MIDANI MOWAFFAK T
MENDELSON JEFFREY B
FRANCESCHINI PAUL
BAHGAT OSAMA
AULD LYNTON

(30)Priority

Priority number : 1999 474001

Priority date : 28.12.1999

Priority country : US

(54) INTEGRATED GATEWAY NETWORK ARCHITECTURE FOR LOOP EMULATION SERVICE ON ATM-over-DSL SERVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a technology to provide a loop emulation service or a voice over packet or a cell transport for an ATM-over-DSL service or the like.

SOLUTION: A network node includes a TDM-ATM gateway to execute a loop function for one narrow band cell free channel or more. The gateway is integrated in a unit executing routing of network traffic. The routing can include switching or multiplexing or the both and consists of ATM routing or TDM traffic routing or the both. In one embodiment, the gateway is integrated in an integrated DLC/DSLAM access node. Using a single element management system can manage the integrated DLC/DSLAM/gateway.

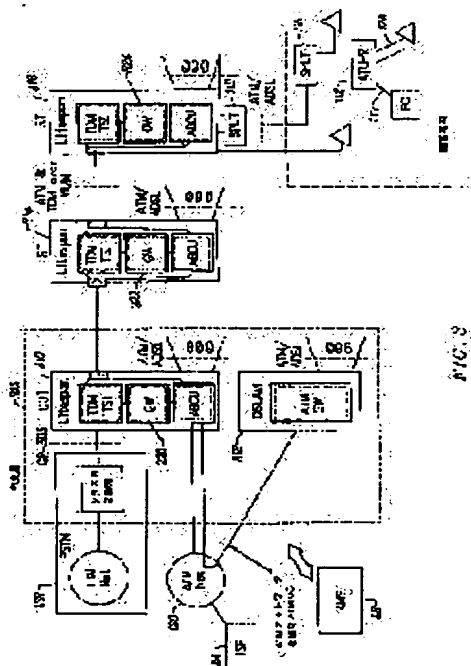


FIG. 3

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of

rejection]

[Kind of final disposal of application other than
the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 パケットタイプのインタフェースを含んでおり、TDMタイプのインタフェースを含んでおり、さらにパケットタイプのインタフェースとTDMタイプのインタフェースとからなるグループのメンバである第 1 の追加のインタフェースを含んでいる、ネットワークノード内の複数の通信インタフェースと、前記複数の通信インタフェースのうちの前記第 1 の追加のインタフェースのタイプであるインタフェース間でトラフィックをルーティングするネットワークノード内の第 1 のルーティング機能と、前記パケットタイプのインタフェースのうちの 1 つの網間接続パケットタイプのインタフェースと前記 TDMタイプのインタフェースのうちの 1 つの網間接続 TDMタイプのインタフェースとの間でユーザトラフィックを送信し、さらに、前記網間接続パケットタイプのインタフェースを介してゲートウェイ機能に結合された装置のために前記網間接続 TDMタイプのインタフェースを介してループ機能を実行する、ネットワークノード内のゲートウェイ機能とを含んでいるネットワークノード。

【請求項 2】 前記パケットタイプのインタフェースが、ATMタイプのインタフェースを含んでいる請求項 1 に記載のネットワークノード。

【請求項 3】 前記パケットタイプのインタフェースが、IPタイプのインタフェースを含んでいる請求項 1 に記載のネットワークノード。

【請求項 4】 前記第 1 のルーティング機能が、多重化—多重化解除機能を含んでいるが、交換機能を含んでいない請求項 1 に記載のネットワークノード。

【請求項 5】 前記複数の通信インタフェースが、前記第 1 の追加のインタフェースのタイプの $N1 > 0$ 個のネットワーク側インタフェースの組と、同じく前記第 1 の追加のインタフェースのタイプの $N2 > N1$ 個の加入者側インタフェースの組とを含んでおり、前記第 1 のルーティング機能が、前記ネットワーク側インタフェースと前記加入者側インタフェースの間のユーザトラフィックを多重化する請求項 1 に記載のネットワークノード。

【請求項 6】 前記ネットワークノードが、前記加入者側インタフェース間でユーザトラフィックを交換しない請求項 5 に記載のネットワークノード。

【請求項 7】 前記第 1 の追加のインタフェースが、TDMインタフェースを含んでいる請求項 5 に記載のネットワークノード。

【請求項 8】 前記第 1 の追加のインタフェースが、パケットタイプのインタフェースであり、前記複数の通信インタフェースが、TDMタイプのインタフェースである第 2 の追加のインタフェースをさらに含んでおり、前記複数のインタフェースのうちの前記第 2 の追加のインタフェースのタイプであるインタフェース間でユー

ザトラフィックをルーティングする、前記ネットワークノード内の第 2 のルーティング機能をさらに含んでいる請求項 1 に記載のネットワークノード。

【請求項 9】 前記ゲートウェイ機能が、前記網間接続 TDMタイプのインタフェースから到着する TDMタイプのユーザトラフィックを前記網間接続パケットタイプのインタフェースに向けて送信するパケットに包封する包封手段と、前記網間接続パケットタイプのインタフェースから到着するパケットから TDMタイプのユーザデータを取り出して前記網間接続 TDMタイプのインタフェースに向けて送信する取出し手段とを含んでいる請求項 1 に記載のネットワークノード。

【請求項 10】 前記網間接続パケットタイプのインタフェースを介して到達可能な遠隔のパケットタイプの終端装置と併用する請求項 1 に記載のネットワークノードであって、前記終端装置が POTSポートを有し、前記ゲートウェイ機能が、前記 POTSポートのために前記網間接続 TDMタイプのインタフェースに向けて TDM通知を提供する上り通知手段を含んでいるネットワークノード。

【請求項 11】 前記ゲートウェイ機能が、前記 TDMタイプのインタフェースから受信した TDM通知に応答して、TDM通知をパケットに符号化し、前記網間接続パケットタイプのインタフェースに向けて送信する下り通知手段を含んでいる請求項 1 に記載のネットワークノード。

【請求項 12】 前記網間接続パケットタイプのインタフェースを介して前記ゲートウェイ機能に結合された装置のために前記網間接続 TDMタイプのインタフェースを介して前記ゲートウェイによって実行される前記ループ機能が、前記装置からのオフフック状態を示す制御符号を含んでいるパケットの、前記網間接続パケットタイプのインタフェースを介した受信に応答して、前記網間接続 TDMタイプのインタフェースを介してオフフック状態を知らせる機能を含んでいる請求項 1 に記載のネットワークノード。

【請求項 13】 前記網間接続パケットタイプのインタフェースを介して前記ゲートウェイ機能に結合された装置のために前記網間接続 TDMタイプのインタフェースを介して前記ゲートウェイによって実行される前記ループ機能が、前記装置からのダイヤルされた数字を示す制御符号を含んでいるパケットの、前記網間接続パケットタイプのインタフェースを介した受信に応答して、前記網間接続 TDMタイプのインタフェースを介して前記ダイヤル数字を知らせる機能を含んでいる請求項 1 に記載のネットワークノード。

【請求項 14】 前記網間接続パケットタイプのインタフェースが、ATM-over-DSLタイプのインタフェースを含んでいる請求項 1 に記載のネットワークノ

ード。

【請求項 15】 網間接続パケットタイプのインタフェースを含んでいる第 1 の複数のパケットタイプの通信インタフェースと、

網間接続 TDM タイプのインタフェースと、

前記第 1 の複数のパケットタイプの通信インタフェースのうちのインタフェース間でパケットをルーティングするネットワークノード内のパケットルーティング機能と、

前記網間接続パケットタイプのインタフェースと前記網間接続 TDM タイプのインタフェースとの間でユーザトラフィックを送信し、さらに、前記網間接続パケットタイプのインタフェースを介してゲートウェイ機能に結合された装置のために前記網間接続 TDM タイプのインタフェースを介してループ機能を実行するネットワークノード内のゲートウェイ機能とを含んでいるネットワークノード。

【請求項 16】 前記網間接続パケットタイプのインタフェースが、ATM タイプのインタフェースを含んでいる請求項 15 に記載のネットワークノード。

【請求項 17】 前記網間接続 TDM タイプのインタフェースを含んでいる第 2 の複数の TDM タイプの通信インタフェースを含んでおり、

前記第 2 の複数の TDM タイプの通信インタフェースのうちのインタフェース間で TDM トラフィックをルーティングする、前記ノード内の第 2 のルーティング機能をさらに含んでいる請求項 15 に記載のネットワークノード。

【請求項 18】 前記第 2 のルーティング機能が、多重化-多重化解除機能を含んでいるが、交換機能を含んでいない請求項 17 に記載のネットワークノード。

【請求項 19】 前記第 1 のルーティング機能が、多重化-多重化解除機能を含んでいるが、交換機能を含んでいない請求項 18 に記載のネットワークノード。

【請求項 20】 前記ゲートウェイ機能が、前記網間接続 TDM タイプのインタフェースから到着する TDM タイプのユーザトラフィックを前記網間接続パケットタイプのインタフェースに向けて送信するパケットに包封する包封手段と、

前記網間接続パケットタイプのインタフェースから到着する TDM タイプのユーザトラフィックを取り出して前記網間接続 TDM タイプのインタフェースに向けて送信する取出し手段とを含んでいる請求項 15 に記載のネットワークノード。

【請求項 21】 前記ゲートウェイ機能は、前記 TDM タイプのインタフェースから受信した TDM 通知にตอบสนองして、TDM 通知をパケットへ符号化し、前記網間接続パケットタイプのインタフェースに向けて送信する下り通知手段を含んでいる請求項 20 に記載のネットワークノード。

【請求項 22】 前記網間接続パケットタイプのインタフェースを介して到達可能な遠隔のパケット終端装置と併用する請求項 21 に記載のネットワークノードであって、前記パケット終端装置が POTS ポートを有し、前記ゲートウェイ機能は、前記 POTS ポートのために前記網間接続 TDM タイプのインタフェースに向けて TDM 通知を提供する上り通知手段を含んでいるネットワークノード。

【請求項 23】 前記網間接続パケットタイプのインタフェースを介して前記ゲートウェイ機能に結合された装置のために前記網間接続 TDM タイプのインタフェースを介して前記ゲートウェイによって実行される前記ループ機能が、前記装置からのオフフック状態を示す制御符号を含んでいるパケットの、前記網間接続パケットタイプのインタフェースを介した受信にตอบสนองして、前記網間接続 TDM タイプのインタフェースを介してオフフック状態を知らせる機能を含んでいる請求項 15 に記載のネットワークノード。

【請求項 24】 前記網間接続パケットタイプのインタフェースが、ATM-over-DSL タイプのインタフェースを含んでいる請求項 15 に記載のネットワークノード。

【請求項 25】 網間接続 TDM タイプのインタフェースを含んでいる第 1 の複数の TDM タイプの通信インタフェースと、

網間接続パケットタイプのインタフェースと、

前記第 1 の複数の TDM タイプの通信インタフェースのうちのインタフェース間でトラフィックをルーティングするネットワークノード内の TDM ルーティング機能と、

前記網間接続パケットタイプのインタフェースと前記網間接続 TDM タイプのインタフェースとの間でユーザトラフィックを送信し、さらに、前記網間接続パケットタイプのインタフェースを介してゲートウェイ機能に結合された装置のために前記網間接続 TDM タイプのインタフェースを介してループ機能を実行するネットワークノード内のゲートウェイ機能とを含んでいるネットワークノード。

【請求項 26】 前記網間接続パケットタイプのインタフェースを介して到達可能な遠隔のパケット終端装置と併用する請求項 25 に記載のネットワークノードであって、前記パケット終端装置が POTS ポートを有し、前記ゲートウェイ機能が、前記 TDM タイプのインタフェースから受信した TDM 通知にตอบสนองして、TDM 通知をパケットへ符号化し、前記網間接続パケットタイプのインタフェースに向けて送信する下り通知手段と、

前記 POTS ポートのために前記網間接続 TDM タイプのインタフェースに向けて TDM 通知を提供する上り通知手段とを含んでいるネットワークノード。

5

【請求項 27】 前記網間接続パケットタイプのインタフェースを介して前記ゲートウェイ機能に結合された装置のために前記網間接続 TDM タイプのインタフェースを介して前記ゲートウェイによって実行される前記ループ機能が、前記装置からのダイヤルされた数字を示す制御符号を含んでいるパケットの、前記網間接続パケットタイプのインタフェースを介した受信に応答して、前記網間接続 TDM タイプのインタフェースを介して前記ダイヤル数字を知らせる機能を含んでいる請求項 25 に記載のネットワークノード。

【請求項 28】 前記網間接続パケットタイプのインタフェースが、ATM-over-DSL タイプのインタフェースを含んでいる請求項 25 に記載のネットワークノード。

【請求項 29】 加入者側 ATM-over-DSL インタフェースとネットワーク側 ATM インタフェースとを含んでいる複数の ATM 通信インタフェースと、ネットワーク側 TDM インタフェースと、前記複数の ATM 通信インタフェースのうちのインタフェース間でトラフィックをルーティングする ATM ルーティング機能と、前記加入者側 ATM-over-DSL インタフェースと前記ネットワーク側 TDM インタフェースの間でユーザトラフィックを送信するゲートウェイ機能とを含んでいるアクセスネットワークシステム。

【請求項 30】 前記ネットワーク側 TDM インタフェースとさらに加入者側 TDM インタフェースとを含んでおり、前記複数の TDM 通信インタフェースのうちのインタフェース間で TDM トラフィックをルーティングする TDM ルーティング機能をさらに含んでいる請求項 29 に記載のアクセスネットワークシステム。

【請求項 31】 前記 TDM ルーティング機能が、一方の前記ネットワーク側 TDM インタフェースと、他方の前記加入者側 TDM インタフェースとの間でトラフィックを多重化および多重化解除する請求項 30 に記載のアクセスネットワークシステム。

【請求項 32】 前記 ATM ルーティング機能が、一方の前記ネットワーク側 ATM インタフェースと、他方の前記加入者側 ATM-over-DSL インタフェースとの間でトラフィックを多重化および多重化解除する請求項 31 に記載のアクセスネットワークシステム。

【請求項 33】 前記 ATM ルーティング機能が、一方の前記ネットワーク側 ATM インタフェースと、他方の前記加入者側 ATM-over-DSL インタフェースとの間でトラフィックを多重化および多重化解除する請求項 29 に記載のアクセスネットワークシステム。

【請求項 34】 前記ゲートウェイ機能は、前記加入者側 ATM-over-DSL インタフェースのうちの 1 つを介して前記アクセスネットワークシステムに結合された装置のために前記ネットワーク側 TDM インタフェ

6

ースを介してさらにループ機能を実行する請求項 29 に記載のアクセスネットワークシステム。

【請求項 35】 前記ゲートウェイ機能が、前記ネットワーク側 TDM インタフェースから到着する下り TDM ユーザトラフィックを ATM セルに包封し、前記 ATM ルーティング機能を介して前記加入者側 ATM-over-DSL インタフェースのうちの 1 つに向けて前記 ATM セルを送信する包封手段と、

前記 ATM ルーティング機能を介して前記加入者側 ATM-over-DSL インタフェースのうちの 1 つから到着する ATM セルから TDM ユーザトラフィックを取り出し、前記取り出された TDM ユーザトラフィックを前記ネットワーク側 TDM インタフェースに送信する取出し手段とを含んでいる請求項 29 に記載のアクセスネットワークシステム。

【請求項 36】 前記ネットワーク側 TDM インタフェースを含んでおり、さらに加入者側 TDM インタフェースを含んでいる複数の TDM 通信インタフェースを含んでおり、

前記複数の TDM 通信インタフェースのうちのインタフェース間で TDM トラフィックをルーティングする TDM ルーティング機能をさらに含んでおり、

TDM ユーザトラフィックを取り出し、前記取り出された TDM ユーザトラフィックを前記ネットワーク側インタフェースに向けて送信する前記取出し手段が、前記取り出された TDM ユーザトラフィックを前記 TDM ルーティング機能を介して前記ネットワーク側 TDM インタフェースに向けて送信する請求項 35 に記載のアクセスネットワークシステム。

【請求項 37】 加入者側 TDM インタフェースおよびネットワーク側 TDM インタフェースを含む複数の TDM 通信インターフェースと、

加入者側 ATM-over-DSL インタフェースと、前記複数の TDM 通信インタフェースのうちのインタフェース間でトラフィックをルーティングする TDM ルーティング機能と、

前記加入者側 ATM-over-DSL インタフェースと前記ネットワーク側 TDM インタフェースとの間でユーザトラフィックを送信するゲートウェイ機能とを含んでいるアクセスネットワークシステム。

【請求項 38】 前記 TDM ルーティング機能が、一方の前記ネットワーク側 TDM インタフェースと、他方の前記加入者側 TDM インタフェースとの間のトラフィックを多重化および多重化解除する請求項 37 に記載のアクセスネットワークシステム。

【請求項 39】 前記ゲートウェイ機能は、前記加入者側 ATM-over-DSL インタフェースを介して前記アクセスネットワークシステムに結合された装置のために前記ネットワーク側 TDM インタフェースを介してさらにループ機能を実行する請求項 37 に記載のアクセ

スネットワークシステム。

【請求項 40】 前記ゲートウェイ機能が、前記ネットワーク側 TDM インタフェースから到着する下り TDM ユーザトラフィックを ATM セルに包封し、前記加入者側 ATM-over-DSL インタフェースに向けて前記 ATM セルを送信する包封手段と、前記加入者側 ATM-over-DSL インタフェースから到着する ATM セルから TDM ユーザトラフィックを取り出し、前記取り出された TDM ユーザトラフィックを前記ネットワーク側 TDM インタフェースに送信する取出し手段とを含んでいる請求項 37 に記載のアクセスネットワークシステム。

【請求項 41】 TDM ユーザトラフィックを取り出し、前記取り出された TDM ユーザトラフィックを前記ネットワーク側 TDM インタフェースに向けて送信する前記取出し手段が、前記 TDM ルーティング機能を介して前記ネットワーク側 TDM インタフェースに向けて前記取り出された TDM ユーザトラフィックを送信する請求項 40 に記載のアクセスネットワークシステム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、通信の分野に関し、より詳細には、ATM-over-DSL サービスなどのループエミュレーションサービスまたは voice over パケットまたはセルトランスポートを提供するための技法に関する。

【0002】 参考文献

以下の文書は、すべてその全体が本明細書中に参照として組み込まれている。

【0003】 Nattkemper 他「Distributed Telecommunications Switching System and Method」米国特許第 5953318 号

Stevenson 著「Method and Apparatus for Placing Time Division Multiplexed Telephony Traffic into an Asynchronous Transfer Mode Format」米国特許第 5889773 号

ATM フォーラム「ATM User-Network Interface Specification Version 3.1」(1994 年 9 月) (「UNI3.1」)

ATM フォーラム「ATM User-Network Interface (UNI) Signaling Specification Version 4.0」(1996 年 7 月) (「UNI4.0」)

ATM フォーラム「Utopia Level 2, Version 1.0, af-phy-0039.000」(1995 年 6 月) (「Utopia Specification」)

International Telecommunication Union (ITU), 「Broadband Integrated Services Digital Network (B-ISDN)-Digital Subscribers Signaling No. 2 (DSS2)-User-Network Interface (UNI) Layer 3 Specification for Basic Call/Connection Control」ITU-T recommendation Q.2931 (1995 年 2 月) (「Q.2931」)

ITU 「ISDN User-network Interface Layer 3 Specification for Basic CallControl」 Recommendation Q.931 (05/98) (「Q.931」)

ITU 「B-ISDN ATM Adaptation Layer specification: Type 2 AAL」ITU-T Recommendation I.363.2 (1997) (I.363.2)

ITU 「Segmentation and Reassembly Service Specific Convergence Sublayer for the AAL type 2」ITU-T recommendation I.366.1 (1998) (I.366.1)

10 ITU 「AAL Type 2 Service Specific Convergence Sublayer for Trunking」ITU-T recommendation I.366.2, 02/99

ITU 「Packet-based multimedia communications systems」ITU-T recommendation H.323 (02/98)

ITU 「Packet-based multimedia communications systems Annex D: Real-time facsimile over H.323 systems」Annex D to ITU-T recommendation H.323 (09/98)

ATM フォーラム「ATM Trunking Using AAL2 for Narrowband and Services」AF-VTOA-0113.000 (2/99) (「VTOA」仕様)

20 ADSL フォーラム「Recommended Interoperability Implementation Agreement for BLES」CopperCom and Alcatel, 99-204, 1999 年 8 月

ATM フォーラム「Loop emulation service and new profile definition for voice over AAL2」Alcatel USA, 99-0392, 1999 年 7 月 (「99-0392 プロファイル」)

ATM フォーラム「LAN Emulation Over ATM Version 1.0」(1995 年 1 月); ATM フォーラム「LAN Emulation Client Management Specification Version 1.0」(1995 年 9 月); ATM フォーラム「LAN Emulation Over ATM Version 1.0 Addendum」(1995 年 12 月) および ATM フォーラム「LAN Emulation Servers Management Specification 1.0」(1996 年 3 月) (LANE-4) (すべて本明細書では LANE 仕様として集合的に参照)

Telecordia, GR-303-CORE Issue 2 「IDLC Generic Requirements, Objectives, and Interface」1998 年 12 月および関連号のリストレポート: GR-303-ILR Issue 2A, 1998 年 12 月; Telecordia, GR-303-IMD, IDLC System Generic Operations Interface (旧 TR-TSY-000303 補足 3), Issue 1, 1998 年 12 月; Telecordia, GR-2833-CORE Issue 3, Revision 2 「Generic Operations Interfaces Using OSI Tools: Information Model for IDLC and FITL Systems」および関連号のリストレポート: GR-2833-ILR Issue 3C, 1998 年 12 月; および Telecordia, GR-29050-CORE, Issue 2, 1997 年 10 月, Revision 1, 「Generic Requirements for EML Applications for Management of IDLC Systems」および関連号のリストレポート: GR-2905-ILR Issue 2B, 1998 年 12 月 (すべて本明細書では GR-303 仕様として集合的に参照)

50 Telecordia 「Digital Interface Between the SLC-96

(r) Digital Loop Carrier System and a Local Digital Switch」 Document No. TR-TSY-000008 Issue 2, 1987 年8月 (TR-08仕様)

【0004】

【従来の技術】公衆交換電話網 (PSTN) では、狭帯域 (NB) トラフィックが時間ドメイン多重化 (TDM) リンク上で搬送される。PSTNは、電話会社の施設にあるクロスコネク交換システムと、デジタルループキャリア (DLC) を利用して、アナログまたはTDM引込み線を個々の顧客に提供する。本明細書では、狭帯域サービスは、T1データ転送速度までのすべてのTDMサービスとアナログ電話サービスを含むように定義される。狭帯域サービスはとりわけ簡易旧式電話サービス (POTS)、総合サービスデジタル網 (ISDN)、およびT1サービスを含んでいる。

【0005】非同期転送モード (ATM) ネットワークは個々の「ATMセル」にパッケージされたトラフィックを搬送してルーティングするデジタル交換機のネットワークである。ATMは、UNI 3.1およびUNI 4.0を含んでいるATMフォーラムによって公表されたいくつかの仕様内で定義されている。本明細書で使用する「ATM」という用語は、より最新の、またはその他の仕様にも適合するか否かにかかわらず、すべての関連する点に関してこれらの文書に適合するネットワークプロトコルを指す。ATMネットワーク内では、各セルはATM交換機が適切な宛先に向けて着信呼を次のノードにルーティングすることを可能にするアドレス指定情報を含んでいる。デジタル加入者線アクセスマルチプレクサ (DSLAM) がATMへの個別の加入者接続を提供するために使用される。ATMサービスは普通、広帯域 (BB) サービスを個々の顧客に提供するために使用される。アクセスループで、ATMはADSL物理層を介してツイストペア銅線ケーブルによって搬送される。

【0006】最近、狭帯域ループエミュレーションサービスまたは音声をATMインタフェース上で提供することに関心が集まっている。そのようなサービスは、追加のツイストペアを必要とすることなく、加入者宅内に「着信無料回線 (derived line)」と呼ばれることがある狭帯域回線を提供することができる。「着信無料回線」サービスは通常、既存のATM over ADSLアクセスループインフラストラクチャを用いて追加の狭帯域サービスを顧客に提供する。

【0007】図1は、スタンドアロンゲートウェイを用いて顧客宅内でループエミュレーションサービスを提供する従来技術のネットワークアーキテクチャの該当部分のブロック図である。顧客宅内で、データネットワーク110が統合アクセス装置 (IAD) と呼ばれるADSL終端装置 (ATU-R) 112のデータポートに接続されている。データネットワークは通常イーサネット

(登録商標) を介して、パケット、例えばIPパケット内に包封されたデータを搬送する。上り方向では、ATU-R 112はイーサネットフレームからIPパケットを取り出し、それらを再びATMセル内に包封して、ADSLリンク118を介してサービスプロバイダの中央局 (CO) 113内のデジタル加入者線アクセスマルチプレクサ (DSLAM) 114に送信する。下り方向ではこれと逆の処理が行われる。本明細書内で使用されるIPパケットとATMセルは両方とも「パケット」の例である。任意選択として、顧客宅内のATM over ADSLリンク118内にスプリッタ116を挿入し、中央局113にこれと対応するスプリッタ119を挿入して、従来のアナログPOTS信号 (analog POTS signals) が分配されクラス5交換機129の回線接続装置に提供されるDSLAM 114の位置まで同じツイストペア118を介して前記アナログPOTS信号を搬送することができる。DSLAM 114はIP over ATMトラフィックをATMネットワーク120に搬送し、IP over ATMトラフィックはATMネットワーク120上で他のDSLAM 122、インターネットサービスプロバイダ (ISP) 124、または両方にルーティングできる。全体のアーキテクチャが同じ顧客宅内で従来のPOTSサービスを含んでおり、別々のアナログおよびTDMリンクと図示していない装置とを介してクラス5交換機129に接続できることは明らかである。複数のデータネットワークの間でIP over ATMデータを搬送するATMネットワーク120の利用は、通常、上記に組み込まれたローカルエリアネットワークエミュレーション (LANE) に従って達成される。さらに、図1に示す実施態様はATU-RとDSLAM 114との間に接続されたADSL (非対称デジタル加入者線) リンクを使用しているが、他のタイプのデジタル加入者線 (DSL) リンクをこれに代えて使用することもできる。中央局では、ADSLリンク118は通常DSLAM 114内のADSL終端装置—中央局 (ATU-C) カードによって終端される。

【0008】着信無料回線サービスを提供するために、ATU-R 112は1つまたは複数の狭帯域POTSポート128を提供するように改造される。ATU-R 112はポート128からのPOTS信号をデジタル化してATMセル内に包封し、ATMセル内でデータネットワーク110から生成されたIP over ATMセルとマージする。したがって、ATM over ADSLリンク118上で搬送されるATMセルのストリームは従来のデータを搬送するATMセルとTDM音声トラフィックを搬送するATMセルの両方を含んでいる。ただし、TDMトラフィックを搬送するATMセルはスタンドアロンゲートウェイ130で終端する仮想回線 (VC) 内で搬送される。DSLAM 114はATM over ADSLリンク114から到着するATM

セルのすべてをATMネットワーク120内にルーティングし、ATMネットワーク120はTDMトラフィックを搬送するこれらのセルを最終的にゲートウェイ130にルーティングする。ゲートウェイ130は着信ATMセルからTDM情報を取り出し、変換してTDMフォーマットに戻し、例えばGR-303リンクを介して第2のクラス5交換機126に送信する。逆の方向では、交換機126からのTDMトラフィックがゲートウェイ130に到着し、ゲートウェイ130でATMセルに封装されてATMネットワーク120に送信される。ATMネットワーク120はセルを適切なDSLAM114にルーティングし、DSLAM114はさらにこれらのセルをATM-over-ADSLリンク118を経てATU-R112にルーティングする。ATU-R112はこれらのATMセルからTDMデータを取り出して回線ポート128に転送する。

【0009】顧客宅内の着信無料回線のPOTSポートとゲートウェイ130の遠端のTDM交換機の間には直接のアナログ接続がないため、オンフック、オフフックなどの通常のPOTS通知動作は所望の効果を有さない。したがって、ゲートウェイ130によって提供されるループエミュレーションサービスを完結するため、ATU-R112はそのような動作を検出し、特別の通知ATMセルに符号化してゲートウェイに送信する。次いでゲートウェイは通知ATMセルを復号化して着信無料POTS回線のためにクラス5交換機に通知する。任意の下り通知が対応する形で移送される。

【0010】TDM音声帯域信号とPOTS通知情報の両方の封装化と取り出しの通常の仕様が上記に組み込まれたVTOA仕様およびITU-T勧告I.363.2およびI.366.2に記載されている。すべての該当する点でこれらの仕様に適合するATMセルは、他の仕様にも適合するか否かにかかわらず、本明細書内ではAALタイプ2ATMセルまたは単にAAL-2またはAAL2セルと呼ばれる。本明細書内で使用される「ユーザトラフィック」という用語は、ユーザへの、またはユーザからのトラフィック搬送内容（音声、データ等）を指すが、「通知または管理トラフィック」という用語は通信ネットワークを運用するためのトラフィック搬送の通知内容およびその他の内容を指す。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】ゲートウェイ130はスタンドアロン装置で、ATMネットワークの背後の別の中央局内に常駐し、多数のDSLAMをサポートする。別の構成ではゲートウェイ130は1つのDSLAMの背後にのみ常駐し、ローカルサービスプロバイダの中央局133内に位置でき、その場合、ゲートウェイ130は別のクラス5交換機126を必要とする代わりにローカルクラス5交換機129に接続できる。いずれの構成でも、ゲートウェイ130は様々なATMおよびP

STN交換機およびアクセスマルチプレクサとは別の独立した装置である。スタンドアロン装置として、ゲートウェイ130は障害検出、保護交換（protection switching）および修理、構成および電話サービスの提供、性能モニタ、機密保護、接続性および課金を含んでいる様々な目的のための個別のネットワーク要素として管理されなければならない。スタンドアロンゲートウェイは通常、サービスプロバイダが管理する必要がある他のネットワーク装置を製造する会社によっては製造されず、したがって、そのようなゲートウェイを管理する制御装置は、中央局内のその他のすべての装置を管理する制御装置とうまく統合できない。したがって、図1に示すように、ゲートウェイ130は1つの要素管理システム（EMS）131によって管理されるが、DSLAM114は他の異なるEMS123によって管理される。スタンドアロンゲートウェイはまた、ATMおよびTDMネットワークの両方でネットワークトラフィックに必要な相互接続を確立するために個別の通信ノードとして管理される必要がある。電話サービスの提供はゲートウェイのクラス5交換機の割り当てとそれとは別の着信無料POTS回線の割り当てとの間の協調が必要なため、この場合も問題が残る。さらに、保守手順は多数のネットワーク要素間の回線追跡可能性をも必要とする。着信無料POTS回線を試験する試験および折り返し（turn up）処理はさらに多数のネットワーク要素との協調を必要とする。これは、スタンドアロンゲートウェイが通常電話試験アクセスポイントを有さないことによる。さらに、多数のベンダ製の着信無料回線のネットワーク要素をサポートする要素マネージャは今のところ存在しない。したがって、DLCとスタンドアロンゲートウェイを混成して整合させるには要素ごとの管理機能の適合性試験が必要である。

【0012】スタンドアロンゲートウェイはまたネットワークの信頼性に関する潜在的な障害をもたらす。さらに、スタンドアロン装置としてゲートウェイ130は貴重な中央局のフロアを占有し、さらの別の電源および冷却要件も有する。専用の別のバッテリーバックアップシステムも必要で、これはかなりのコスト増となる。さらに、ゲートウェイ130はスタンドアロン装置のため、少数の着信無料POTS回線のために設置することは場合によっては不経済である。

【0013】したがって、既存のTDM-ATMゲートウェイは着信無料回線サービスを提供する際に貴重であり、したがってDSLサービス加入者に提供される価値は増大するが、これには多大な費用が不可欠で、サービスプロバイダが着信無料回線サービスを提供することで増える収入によって埋め合わせることができない可能性がある。スタンドアロンゲートウェイ装置を設置する必要がなく、はるかに低減されたコストでDSL回線上で着信無料回線サービスを提供する方法を見つけることが

極めて望ましい。

【0014】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、概略を述べると、1つまたは複数の狭帯域着信無料回線のためにループ機能を実行するTDM-ATMゲートウェイがネットワークトラフィックのルーティングを実行する装置に組み込まれている。ルーティングは交換または多重化あるいはその両方を含んでおり、ATMセルルーティングまたはTDMトラフィックルーティングあるいはその両方から構成される。好ましい実施形態では、ゲートウェイはAlcatel USA Litespan端末などのTDMトラフィックとATMトラフィックの両方をルーティングする装置に組み込まれている。この場合、ゲートウェイのTDMポートはネットワーク側のTDMインタフェース上で他のTDM加入者トラフィックと多重化され、ゲートウェイのATMポートは1つまたは複数の加入者遠隔ATM終端装置からの1つまたは複数の仮想回線のATMの終端点としての働きをする。

【0015】TDM-ATMゲートウェイをATM、TDM、または両方のトラフィックのルーティングを実行する他のネットワーク装置と統合することで、ゲートウェイをもちや別のネットワーク要素として管理する必要がなくなる。その代わりに、ゲートウェイはルーティング装置の単なる構成要素または副構成要素として管理できる。また、実施形態によっては、統合されたゲートウェイは潜在的な障害をさらに引き起こすことはない。これは、そのような実施形態では、ゲートウェイは、すでに保護グループの一部でありすでに障害発生時に最小の交換可能構成要素である制御カード上に統合されるためである。また、統合されたゲートウェイはいずれの追加の中央局のフロア空間も占有せず、既存の電源および冷却要件が大幅に厳しくなることもない。さらに、統合ゲートウェイをサポートするために発生する固定費の大半はすでにホスト側ネットワーク装置によって発生しているので、サービスプロバイダは、最初はごく少数の回線のみをサポートし、徐々に着信無料回線サービスを経済的にロールアウトすることもでき、またはPSTN上で移送されるTDMサービスからATM上で移送されるTDMサービスへの遷移も必要に応じて徐々に実行でき、その両方もできる。

【0016】以下、本発明について図面を参照しながら特定の実施形態に関して説明する。

【0017】

【発明の実施の形態】図11はループエミュレーションサービスを実施するために使用できるゲートウェイネットワークアーキテクチャのブロック図である。顧客宅内装置はすべて図1に示す装置と同じである。ただし、ATMネットワークの背後の集中装置内にゲートウェイ機能を提供する代わりに、ゲートウェイ機能はセルがATMネットワーク120に提供される前の段階でローカル

側でDSLAMで提供される。デジタルループキャリア(DLC)などのTDMアクセスマルチプレクサもDSLAMと同じ装置内に統合され、ゲートウェイ機能はこれらの2つの機能の間で動作する。基本的に、ゲートウェイ機能は統合DLC/DSLAMノード内に統合される。

【0018】図11では特に、例えば上記に組み込まれたNattkemper他の特許では、DLCとDSLAMとは上記の単一のLitespan ADSLシステム内に共に存在する。図11に示すように、ATM-over-ADSL118は専用のゲートウェイ機能1112を含んでいるように変更された統合DLC/DSLAM1110に接続されている。ゲートウェイ機能1112はDLC/DSLAMアクセスノード1114に統合されている。アクセスノード1114では、TDMデータを搬送する加入者ATMセルがゲートウェイ1112にルーティングされ、ゲートウェイ1112はTDMデータを取り出して、例えばGR-303またはTR-08リンクを介してアクセスノード1114を収容する同じCO1113に位置するローカル側のクラス5交換機129に送信する。126(図1)などのクラス5交換機への接続は不要である。逆方向では、着信無料回線128に向けたクラス5交換機129からのTDMトラフィックがゲートウェイ1112に到着し、ゲートウェイ1112はTDMトラフィックをATMセル内に封装し、DLC/DSLAM1110を介して適切なATM-over-ADSL加入者リンク118上に送信する。DLC/DSLAMは引き続き従来のATMセルをATMネットワーク120とATM加入者DSLリンク118との間でルーティングする。ゲートウェイ1112およびATU-R112は標準のプロファイルを用いて標準のAAL-2封装化および通知を実行し、ATMセル内でループトラフィックおよび通知情報を封装する。

【0019】本明細書で使用する「交換」という用語は、複数のインタフェースのうちの1つから複数のインタフェースのうちの別の選択可能な1つへのトラフィックの搬送を指す。入力インタフェースの組は出力インタフェースの組と同一か、完全に異なるか、または部分的に重なっていてよい。「交換機」という用語は通常、入力チャネルの出力チャネルへの対応を示すデータベースを組み込むかまたは指している。ATM交換機の場合、データベースは、とりわけ、特定のATM宛先アドレスを有する着信セルを転送するのにどのATM出力インタフェースを使用するかを示す。TDM交換機の場合、データベースは、とりわけ、着信TDMインタフェースの各タイムスロット内の着信データを転送するのにどのTDM出力インタフェースとそのTDM出力インタフェース上のどのタイムスロットを使用するかを示す。

【0020】また本明細書に使用する「多重化」という

用語は、低いビットレートのある数の入力インタフェースからのデータを高いビットレートを有するより少数の出力インタフェース上にマージする処理を指す。「多重化解除」という用語は、これと逆の処理を指す。通常、電話トラフィックのマルチプレクサはN個の入力インタフェースからのデータを入力インタフェースのN倍のビットレートを有する1つの出接続インタフェース上に多重化する。電話サービスのマルチプレクサは交換を実行してもよいしなくてもよい。また電話交換機は多重化を実行してもよいしなくてもよい。

【0021】また本明細書に使用する「ルーティング」という用語は、交換、多重化、またはその両方を含んでいる包括的用語である。

【0022】図3はLitespan ADSLシステム内のTDMおよびATM処理の統合を利用する統合ゲートウェイループエミュレーションサービスの一実施態様を示すブロック図である。Litespan ADSLシステムは、サービスプロバイダの中央局312内に位置するLitespan中央局端末(COT)310と、中央局312の外部の遠隔位置にある複数の遠隔端末(RT)314および316とを含んでいる。ループエミュレーションサービスに参加する各Litespan端末310、314および316は少なくとも1つのLitespan ADSLチャネルバンク(CBA)を含んでいる。Litespan ADSLチャネルバンクは0個またはそれより多い狭帯域回線接続装置と1つまたは複数のADSL回線接続装置(ADLU)とを含んでおり、それらすべてがバックプレーンを介してADSLバンク制御装置(ABCU)と通信する。ABCUはTDMタイムスロット変換(TSI)機能と、ABCUを含んでいるチャネルバンク内のADLUのためのATMアクセス多重化の両方を実行する。各端末は別々の装置で、別々のネットワークノードとして管理されるが、TDMおよびATMアクセス多重化機能は共にノード内に統合されている。図3の実施形態によれば、別のゲートウェイ機能がLitespanシステム内の各端末内の各Litespan ADSLチャネルバンク内の各ABCU上に組み込まれている。あるいは、別の実施形態ではLitespanシステム全体でLitespan端末ごとに1つのABCU上のみゲートウェイ機能を提供できる。図4はLitespanシステム全体で単一のゲートウェイ機能のみを含んでいる別の実施形態を示す。図4では、要求されるゲートウェイ機能はCOT内のABCU上に位置し、遠隔端末内のABCU上のゲートウェイ機能は任意選択である。

【0023】図3および4の実施形態に示すゲートウェイ機能は中核のATMネットワーク120とLitespanシステム内のATM交換機ファブリックからは単にアドレス指定が可能なATMノードと見られる。したがって、一般的には、Litespanシステム内の任

意のゲートウェイ機能はそのゲートウェイ機能が到達可能な他の任意のATMポートに接続された加入者のためにゲートウェイサービスを実行することができる。例えば、図3は、ATMネットワーク120を介して図3のLitespanシステムに接続されたそれ自体はいかなる本来のTDMルーティングを提供しない別のDSLAM318を示す。そのような構成によって、図1のスタンドアロンゲートウェイ130が任意のDSLAM114および122に接続されたATM-over-ADSL顧客のために着信無料回線サービスを提供するのと同じ方法で、任意のゲートウェイ機能320、322または324はATMリンクを介してDSLAM318に接続された任意の加入者に着信無料回線サービスを提供することができる。図3のDSLAM318はLitespan COT310と同じ中央局312に位置するように示されているが、別の実施形態では、DSLAM318は物理的に別の位置にあってもよい。

【0024】図4で、DSLAM318は、ATMネットワーク120を介してではなく、Litespan COT310のATMポートに直接接続する(例えば、Litespan ADSLデージーチェーンを継続して)。

【0025】図5はLitespan ADSL端末内の本発明の一実施形態の別の態様を示す。端末は共通制御装置510と、Litespan ADSLチャネルバンク(CBA)512と、それらを相互接続するTSI(タイムスロット変換)ケーブル514とを含んでいる。Litespan共通制御装置510はTSIカード516と、端末制御プロセッサ(TCP)518と、データベース(DB)520とを含んでいる。Litespan CBA512はバックプレーンを介してABCU524に接続したADSL回線接続装置(ADLU)522を含んでいる。ADLU522はATM-over-ADSL引込み線118を提供する。ゲートウェイ機能526はABCUカード524上に統合されている。ABCU524のネットワーク側のTDMトラフィックはTSIケーブル514とLitespan共通制御装置510とを介してTDMネットワーク133に接続されるが、ABCU524のネットワーク側のATMトラフィックはATMネットワーク120に接続される。着信無料音声VC528が顧客宅内のTDMポート128とゲートウェイ機能526との間で生成され、ゲートウェイ機能526はTSIケーブル514と共通制御装置510とを介してTDMネットワーク133にゲートウェイを提供することが分かる。別の着信無料音声VC530が別のDSLAM318を介して、また任意選択としてATMネットワーク120を介して、顧客宅内装置(CPE)とゲートウェイ機能526との間で提供されることが分かる。

【0026】図5はまたADSLは着信無料回線ATM

セルを搬送できる唯一の物理層プロトコルではないことも示す。例えば、Litespan CBA512は、別のATMマルチプレクサ、顧客宅内装置534、あるいはその両方などの他の下り装置との間でATMセルを搬送するHDSL2ポートを提供するHDSL回線接続装置(HDLU)532をさらに含んでいる。

【0027】図5はまた、従来のアナログPOTSポートが着信無料回線サービスで利用できる唯一のタイプのユーザポートではないことも示す。図5で、IPH. 323電話機536はパーソナルコンピュータ(PC)538に接続され、パーソナルコンピュータ(PC)538はIPデータネットワーク110を介してATU-R112に接続されている。IPH. 323電話機536は上記に組み込まれたITU-T H. 323勧告に適合する。ATU-R112はIPH. 323のデータをATM AAL2の着信無料POTS回線セルに変換し、またその逆の処理を実行する。図5の実施形態では、ゲートウェイ機能526はIPH. 323電話機536による着信無料回線サービスを使用可能状態にできる。別の実施形態では、着信無料回線はPC538に接続されたPCのスピーカおよびマイクロフォン、または簡易旧式電話機用のRJ11ジャックを介してサポートできる。これは内蔵ネットワークインタフェースカードで、またはPC内のソフトウェアを介して達成できる。さらに別の実施形態では、ある種のIPベースの電話機をPC538を介さずに直接データネットワーク110に接続でき、その場合、H. 323電話機はアナログ信号をデジタル化してIP-over-Ethernetを介してATU-R112に移送し、ATU-R112は音声信号を取り出して再びATM AAL2セル内に包封してゲートウェイ526に向けて送信する。下り方向ではこれと逆の機能が実行される。

【0028】図6は図5のLitespan CBA512を示し、従来の音声経路610とCBA512を介した従来のデータ経路612とを示す。図6はまたLitespanによって実行されるいくつかの特定の機能を示す。特に、ABCU524上のATM交換機ファブリック616は、着信無料音声経路614からゲートウェイ526までのTDM-over-ATMセルのルーティングに加えて、ATMネットワークからゲートウェイ526およびさらにチェーン接続されたABCUまたはDSLAMからゲートウェイ526へのTDM-over-ATM VCをルーティングする。ゲートウェイ526はTDM-over-ATM VCを終端し、TDMデータを取り出す。次いでゲートウェイ526はTDMデータをSBI(加入者バスインタフェース)バス620上の1つまたは複数の適当な64kbp/sタイムスロットに入れる。またゲートウェイ526は無音および64kbp/s音声でエコー消去およびセルの圧縮/圧縮解除を実行する。さらに、AAL-2セルに符号化され

ている任意のPOTS通知が専用のTCPメッセージチャネル624を介したLitespan共通制御装置510に向けた、SBI620上の帯域外(OOB)ABCD通知に変換される。このようにして、ゲートウェイ526は着信無料POTSポートに接続された顧客宅内装置のために共通制御装置に向けてTDM通知を実行する。

【0029】TSIマップ機能622はゲートウェイ526の統合の前のABCU内に存在したTSIマップ機能と同じである。この機能はTSIケーブル514上のタイムスロットを、CBAバックプレーン上の従来のSBIバス610と、ゲートウェイ526のTDM側に接続されたSBIバス上のタイムスロットの両方に対応させる。さらに、Litespan共通制御装置510内のデータベース520(図5)は拡張されて着信無料回線機能によって提供される仮想POTSポートまたはその他のTDMサービスを提供できる。

【0030】図7および8はLitespan-2000端末上の本発明の実施態様とLitespan-2012端末上の実施態様とを比較する。図7はLitespan-2012端末上の実施態様を示す。Litespan-2012端末では、共通制御装置710はSTSインタフェース712を含んでいることができる。したがって、着信無料音声経路714はトラフィックフローの方向ごとに1回だけTSIケーブル上で搬送される。図8はLitespan-2000端末上の実施態様を示す。Litespan-2000端末では、共通制御装置810はTDMネットワークへのインタフェースを含んでいない。その代わりに、Litespan CBA814内のDS1カード812を介してTDMネットワークへの接続が実行される。この場合、着信無料音声経路816はトラフィックフローの方向ごとにTSIケーブル818を介して往復する。

【0031】上記のように、本明細書に記載のループエミュレーションサービスで、TDMトラフィックは標準のAAL-2包封化を用いてATMセル内に包封される。AAL-2標準は例えば上記に組み込まれたPCM-64、ADPCM-32およびADPCM-40、ならびに99-0392などの異なる符号化方式で音声を送送する多数の「プロファイル」を定義する。そのような標準プロファイルまたは現在AAL-2の一部ではないその他のプロファイルがすべて本発明の範囲内に包含されると考えられる。

【0032】好ましくは狭帯域の省略時指定(default)としての回線個別通知方式(CAS)を用いた、標準のAAL-2のサービス依存部コンバージェンスサブレイヤ(SSCS)通知方式がCPEとゲートウェイとの間の通知方式として使用される。これはそれぞれの音声チャネル内で音声情報と共に搬送される8バイト通知PDUに基づく。通知PDUはPOTS用の帯域内AB

CD通知ビットを搬送する。それにもかかわらず、インタフェースの両方のエンドが共通線通知方式(CCS)をサポートする場合、上記のITU-T勧告Q. 931に記載の通知方式を狭帯域通知に使用できる。

【0033】図9は図5の着信無料回線528をサポートするためにCPE910とクラス5交換機129との間で使用される通信プロトコルを示す。図9を参照すると、顧客宅内の電話機その他のCPE910はアナログ信号をATU-R112に送信する。ATU-R112はアナログ信号をパルス符号変調(PCM)形式に変換し、次いでPCMデータをATMセルを介してAAL-2内に包封する。次いでATU-R112はADSL物理層プロトコルを用いてLitespan CBA512内のADLU522にATMセルを送信する。ADLU522はATMセルを取り出してCBA512バックプレーンSBIバスを介して上り方向にABCU524に送信し、ABCU524はATMセルを検査してそれらのセル内のVCIからセルをゲートウェイ機能526にルーティングすることを決定する。ゲートウェイ機能526はAAL-2 ATMセルからPCM音声サンプルを取り出してLitespan SBIバスおよびTSIケーブル514を介して上り方向にLitespan 共通制御装置510内のTSIカード516に送信する。TSIカード516は、共通制御装置510内のSTSインタフェース(図7参照)またはCBA512内のDSLインタフェース(図8参照)を介して上り方向に音声サンプルをクラス5交換機129に送信する。下り方向ではこれと逆のプロトコル変換の組が実行される。

【0034】ATU-R112およびABCUゲートウェイ526は、ATM AAL-2セルがATM固定接続(PVC)を用いて2つの装置間で送信されるように提供される。別の実施形態では、これらの2つのエンドポイント間の通信はITU仕様Q. 2931に記載されているように選択接続(SVC)を介して実行できる。また、図5および9に示すCPEはアナログ電気信号を介してATU-R112と通信するアナログ電話機910からなるが、別の実施形態ではATU-R112上のポートはその代わりにCPE910との純粋なデジタルN×64 kbps通信をサポートできる。この場合、着信無料「音声」回線528上で搬送されるユーザトラフィックは回線モードデータサービスでよく、ATU-R112内のPCMへの変換は必要ない。さらに別の実施形態では、ユーザトラフィックはデジタル形式でATU-R112に送信されるフレームモードデータサービスからなり、ATU-R112はITU勧告I. 366. 1に記載のAAL-2データサービス依存部コンパジェンスサブレイヤ(SSCS)を用いてフレームモードデータをATM AAL-2セルに包封する。

【0035】図5の着信無料回線128を再び参照する

と、従来のPOTSサービスとは異なり、顧客宅内のCPE910とLitespan CBA512との間に直接のアナログ電気接続はないことが分かる。したがって、呼を開始するためにハンドセットを上げてオフフックにし、呼の終了後にハンドセットを戻してオンフックするといったよく知られているPOTSの通知動作を異なる方法を用いて着信無料回線のエンドポイント間で送信する必要がある。この実施形態では、ATU-R112とゲートウェイ機能526は上記に組み込まれたITU勧告I. 366. 2に完全に準拠して特殊な通知ATMセル内にこの情報を符号化する。オーディオ、音声、音声帯域データ、および回線モードデータからなる狭帯域呼はすべてI. 366. 2に従って包封される。従来のPOTS回線の場合、加入者通知はCPEのためにCBA内の従来のPOTS狭帯域回線接続装置によってLitespanバス上のLitespan 共通制御装置に向けて実行される。逆方向では、POTS回線接続装置はLitespan 共通制御装置から受信した通知符号に応答して、CPEに向けて適当なアナログ通知を提供する。図5の着信無料回線の実施形態では、CPE910のために共通制御装置510に向けてアナログ通知を実行するのはゲートウェイ機能526であり、共通制御装置510から受信した下り信号のためにCPE910に向けてアナログ通知を実行するのはATU-R112である。ゲートウェイ機能526とATU-R112との間で搬送される通知セルは制御通知だけでなく、可能な限りDSL回線118上での帯域使用を最小限にするための通知プロトコルを搬送する。

【0036】狭帯域音声、音声帯域データおよび回線モードデータ伝送のための異なる情報ストリームを符号化するパケットフォーマットおよび手順はすべてITU-T勧告I. 366. 2に記載されているためここでは繰り返さない。ただし、概して、TDM-over-ATM経路の送信側エンドはすべてI. 366. 2に記載されている以下の機能を少なくとも実行する。

- a) 音声サンプルのビットシーケンスへの符号化
- b) 輻輳表示などの呼および資源状態の特性に基づく音声符号化アルゴリズムの選択
- c) 音声アクティビティ検出による無音圧縮と無音挿入
- d) タイムスロットあたり1つの8 kHz オクテットのストリームとしての回線モードデータの透過
- e) データフレームの取り出しとフラグの除去、ビットスタッフィングおよびCRC (適宜)
- f) ファクシミリおよびモデムトラフィック、例えば高忠実符号化の検出および優先扱い
- g) 多周波可聴信号からのダイヤル数字の取り出し
- h) 回線個別通知ビットの取り出しとその遷移の分析
- i) ページ制御および画像データのためのファクシミリのベースバンドビットへの復号化

- j) アラームの検出
 - k) 処理された信号のSSCSへの同期転送
 - l) ユーザ状態制御動作の要求および応答
- 【0037】さらに、別の実施形態では、送信側エンドはすべて1. 366. 2に記載されている1つまたは複数の以下の機能を実行できる。
- a) パケット構成への符号化音声ビットの挿入
 - b) パケットヘッダのフィールド（例えばUUIコードポイントおよび長さ標識）またはパケットペイロードを通して使用するアルゴリズムの表示
 - c) 任意の音声アルゴリズムと同様、SIDビットの挿入および使用するSIDの表示
 - d) タイムスロットに基づくパケット構成へのオクテットストリームの挿入
 - e) 誤り防止付きのパケットシーケンスへのデータフレームのセグメント化
 - f) 他の任意の音声同様、音声帯域データのための符号化ビットの挿入と使用するアルゴリズムの表示
 - g) 識別されたパケット構成へのダイヤル数字符号の挿入
 - h) 識別されたパケット構成への回線個別通知ビットの挿入
 - i) このための識別されたパケット構成へのファクシミリベースバンドビットの挿入
 - j) 有名なパケット構成へのアラームの挿入
 - k) 受信側での情報ストリームの等時再構築 (isochronous reconstruction) を支援するパケットシーケンスのナンバリング
 - l) ユーザ状態制御メッセージの生成
- 【0038】TDM-over-ATM経路の受信側エンドはすべて1. 366. 2に記載されている以下の機能を実行できる。
- a) パケットヘッダまたはパケットペイロードのフィールドによって決定される着信パケットタイプの識別
 - b) 遅延変動を低減するための時間に敏感なパケットのバッファリング（デジタリゼーションのための機能追加）
 - c) ユーザへのパケット内容のタイムリな解放、例えば旧パケットの廃棄でのシーケンス番号の手当て
 - d) パケット構成からのアルゴリズム識別と符号化された音声ビットの取り出し
 - e) ビットストリーム内の任意の回復不能なギャップの表示
 - f) タイムスロットに基づくパケット構成からのオクテットストリームの取り出し
 - g) 誤り検出付きのパケットシーケンスからのデータフレームの再構築
 - h) ダイヤル数字符号の取り出し
 - i) 回線個別通知ビットの遷移の取り出し
 - j) ファクシミリベースバンドビットの取り出し
 - k) アラームの取り出し

- l) ユーザ状態制御メッセージの解釈
- 【0039】また、受信側エンドはすべて1. 366. 2に記載されている1つまたは複数の以下の機能を実行できる。
- a) 情報ストリームに適用される符号化の認識
 - b) ユーザ復号化に起因する任意の遅延変動の除去
 - c) SSCSからの符号化情報の同期転送
 - d) 無音挿入記述子によって指示される快適ノイズ生成を含んでいる音声サンプルへの音声ビットの復号化
 - e) 予想音声ビットがない場合の誤りの知覚的マスキングの試み
 - f) タイムスロットあたり1つの8kHzオクテットのストリームとしての回線モードデータの再生
 - g) データフレームの再生とフラッグの再生、ビットスタッピングおよびCRC（適宜）
 - h) ダイヤル数字符号からの多周波可聴信号の取り出し
 - i) ビット遷移からの回線個別通知の再生
 - j) ベースバンドビットからのファクシミリの再変調
 - k) アラームの解釈
- l) ユーザ状態制御動作の表示および確認
- 【0040】ATM AAL-2仕様によって送信側と受信側はユーザプレーン、制御プレーンおよび管理プレーン上のいくつかの可能なオプションのいずれかを選択できる。ユーザプレーン上では、ゲートウェイ機能526とATU-R112は好ましくは、省略時指定の音声CODECプロファイルとしての32バイトの64kbp/s法則PCMおよびADPCM-32を搬送するAAL-2を指定するATMフォーラムの事前定義されたプロファイル7を実施する。さらに、ゲートウェイ機能526およびATU-R112はまた他の音声CODEC実施態様をネゴシエートする総合的手段を実施する。また、CPEとLitespanとの間のクロック同期の省略時指定の手段がLitespanからの下り音声セルの受信に基づく適応クロックアルゴリズムであるようにCPEが設計されることが好ましい。制御プレーン上では、ゲートウェイ機能526およびATU-R112は各々好ましくは省略時指定として回線個別通知方式(CAS)をサポートする。好ましくは、各々は共通線通知方式(CCS)もサポートし、他のサポートがCCS機能を拡張したか否かを決定する機構を含んでいる。
- CAS ABCD通知ビットはヘッダフィールドに特定の所定値があるAAL2タイプ3 (UUI=24) パケット内に組み込まれる。
- 【0041】管理プレーン上では、ゲートウェイ機能526およびATU-R112は好ましくはループ開始省略時指定サービスタイプを実施する。ATU-R112上のPOTSポートがアウトオブサービスになるかその他の点で提供されない場合、Litespanはそのチャンネル上のATU-R112からの呼の開始を単に拒絶する。そうでない場合、CPE910の音声サービスが

LitespanとのTR-08、GR-303、またはV.52インタフェースを介してクラス5交換機129によって管理される。

【0042】図14はLitespanが提供する従来のPOTSサービスのメッセージ送受信フローを示した図である。CPE1410はアナログリンクを介してPOTS回線接続装置1412に接続され、POTS回線接続装置1412は、POTS回線接続装置1412を含んでいる特定のカードスロットに対応する加入者バスデータリンク(SBDL)を介してLitespan内のTCP1414、共通制御装置1428との間で通知情報を通信する。メッセージはSBDL上でPOTS回線接続装置1412からバックプレーンバスに沿ってABCU1416へ、さらにTSIケーブル1418を介して共通制御装置1428内のTSIカード1422へ、またメッセージが着信するTCP1414に移送される。下り通知方法では逆の経路が使用される。クラス5交換機1420への通知メッセージの場合、TCP1414からTSIカード1422を経てTSIケーブル1418を介してABCU1416まで標準のTR-08またはGR-303通知が提供される。ABCU1416はCBA1424バックプレーンを介してDS1カード1426までTDM形式で通知メッセージをルーティングし、DS1カード1426はさらにそれらのメッセージをクラス5交換機1420にルーティングする。クラス5交換機1420からTCP1414への下り通知フローは同じ経路を逆にたどる。

【0043】POTS回線接続装置1412とTCP1414との間とTCP1414とクラス5交換機との間のTSIケーブル1418上のデータおよび通知フォーマットについては上記に組み込まれた米国特許第5889773号と、上記に組み込まれたTR-08およびGR-303仕様に詳述されているため、ここでは繰り返さない。ただし一言だけ言うと、Litespan端末内の狭帯域トラフィックは各々が標準の電話トラフィックに対応するビット指向通知プロトコルの移送を可能にする8個の125マイクロ秒フレームを有する1ミリ秒のスーパーフレームに入れて搬送される。各フレームは32バイトのタイムスロットデータストリームを含んでいる加入者バスインタフェース(SBI)フォーマットを有し、各タイムスロットのバイトは16ビットの交互配置データフォーマットを有し、2つの別々のビットが交互に配置されたデータストリームがSBIフォーマットによってサポートされる。16ビットの交互配置データフォーマットの奇数のビット位置は実際に移送される狭帯域データ(帯域内および帯域外データ)を搬送し、TSIケーブル上では偶数ビット位置は使用されない。CBA1424のバックプレーン上では、奇数のビット位置は上りADSLデータを搬送するために使用される。SBIフォーマットは内部システム通信と、24の

DS-0信号または1つのVT1.5信号のための帯域外ビット指向通知プロトコルを備えたユーザ情報を搬送する。

【0044】SBIフォーマットの32バイトのタイムスロットデータストリームは予約バイトR、ビット指向通知バイトSIG、内部データリンクバイトSQR(サービス要求)、フレーミングバイトの各オーバーヘッドチャンネルとデジタル信号レベルゼロ信号(DS0)チャンネルバイト01-24に分割される。24のDS0データチャンネルバイトは音声搬送時にパルス符号変調フォーマットで搬送される。それらのバイトは、125マイクロ秒フレームを介してオーバーヘッドチャンネルを配布し、デジタル信号レベル1(DS1)信号への変換時に最小限のバッファリングが可能のように、3つのチャンネルの組からなる125マイクロ秒フレームを介して配布される。DS0チャンネルバイトのデータは、POTS回線カードが取り外されたか見つからない時にノイズが少ないパルス符号変調を提供するために、音声搬送時に反転された標準μ法則フォーマットのSBIフォーマットに変換される。ビット指向通知バイトSIGはT1システム上で使用される標準ABまたはABCD通知プロトコルを移送して4ステートおよび16ステート通知モードと上記に組み込まれたベルコアTR-08仕様に記載の一意的な通知モードをサポートする。データリンクバイトSRQおよびSBDLはTCP1414との通信機能を提供する。各スーパーフレームの境界を識別するためにスーパーフレームの8番目のフレームのRおよびSRQバイト内で一意的なバイト値が移送される。

【0045】図15はLitespan端末内の着信無料回線ループエミュレーションサービスで実行されるメッセージ送受信のフローを示す。図15を参照すると、Litespan共通制御装置1518内のATU-R1514とTCP1516との間のメッセージチャンネル1512について以下に説明する。通知方式情報はLitespan CBA1524のABCU1522内のATU-R1514とゲートウェイ1520との間の移送について前述したAAL2 ATMセル内に包封される。ATMセルはATU-R1514とADLU1518との間のADSLリンク1526上で移送され、次いでCBAバックプレーンバス上でCBA1524内のABCU1522に移送される。ATM経路はゲートウェイ1520で終端するが、メッセージ経路は共通ABCU SBI/SBDL制御チャンネルを介してTSIケーブル1418を経てTCP1516まで延びている。TCP1516とクラス5交換機1528との間の通知には変更がない。下り通知フローは同じ経路を逆にたどる。

【0046】図16は図14の構成を用いた従来のTR-08発呼フローを示す簡略化したはしご図である。時間1610で、顧客が電話機1410をオフフックする

と、電気回路の開成がPOTS回線接続装置カード1412によって検出され、次いでPOTS回線接続装置カード1412は帯域外Litespan通知を介して、TCP1414経由でDS1カード1426にオフフックメッセージを送信し、次いでDS1カード1426はオフフック通知状態をクラス5交換機1420に送信する。時間1612で、クラス5交換機1420は、Litespanからのオフフック信号に応答して、発信音をDS1カード1426に送信する。DS11426は発信音を回線カード1412に返送し、回線カード1412は発信音を電話機1410に送信する。時間1614で、顧客は電話機1410で数字をダイヤルし、ダイヤルされた数字はクラス5交換機1420まで送信される。次いで時間1616でクラス5交換機1420と電話機1410との間にエンドツーエンドの呼が確立される。最後に、会話が終了すると、顧客は電話機1410を切る(時間1618)。電氣的に開いた回路がPOTS回線接続装置カード1412によって検出され、POTS回線接続装置カード1412はLitespan帯域外通知を介してオンフック通知をDS1カード1426に送信し、DS1カード1426は最終的にオンフック信号をクラス5交換機1420まで送信する。DS1カードからクラス5交換機へのオンフックおよびオフフック信号通知は帯域内通知である。TCP1414は、POTSカード1412からDS1カード1426への適切なタイムスロットのマッピングを提供する場合を除き、クラス5交換機と電話機1410との間のメッセージ送受信には全く介入しない。

【0047】図17は図15の着信無料回線構成を用いたPOTS電話機1510からの発呼フローを示す単純化したはしご図である。ステップ1710で、顧客は電話機1510の受話器をオフフックにする。ステップ1712で、ATU-R1514はオフフック状態を検出してそれを前述のようにAAL2ATMパケットを介してゲートウェイ1520に知らせる。ゲートウェイ1520はATM経路を終端し、前述のようにABCU SBDLを介してオフフック通知をLitespanTCP1516に送信する(ステップ1714)。ステップ1716で、ゲートウェイ1520はまたLitespan帯域外A/B通知を介してTCP1516を経由してDS1カード1530にオフフックメッセージを発信する。DS1カード1530はステップ1610

(図16)のように帯域内通知を介してクラス5交換機1528にオフフックを知らせる。クラス5交換機1528がオフフック信号を処理している間、ATU-R1514は電話機1510に無音を提供する(ステップ1718)。また、ステップ1720で、LitespanTCP1516はこの呼のTSIタイムスロットを割り当て、この割り当てをゲートウェイ1520に送信する。タイムスロット割り当てメッセージがゲートウェ

イ1520によって受信されると、ゲートウェイ1520はAAL2通知を介してその旨をATU-Rに知らせ(ステップ1722)、ATU-R1514とゲートウェイ1520との間のAAL2音声パケットが開始できる。

【0048】結局、ステップ1724で、クラス5交換機1528はDS1カード1530を介して接続メッセージをLitespanTCP1516に返送し、クラス5交換機1528から電話機1510まで帯域内発信音を送信する(ステップ1726)。次いでクラス5交換機1528と電話機1510との間でAB通知監視が実行される(ステップ1728)。次いでダイヤル数字と音声データが前述の方法で電話機1510とクラス5交換機1528との間で送信される(ステップ1730)。

【0049】図18はクラス5交換機1420へのGR-303インタフェースを用いた図14の構成での従来の発呼を示す単純化されたはしご図である。時間1810で、電話機1410がオフフック状態になる。POTS回線カード1412はこの状態を検出してLitespanTCP1414にオフフックSBDLメッセージを送信し、次いでLitespanTCP1414はインタフェースグループ(IG)タイムスロット管理チャンネル(TMC)を介してクラス5交換機1420にチャンネル設定要求メッセージを送信する。時間1812で、クラス5交換機1420はDS1カード1426を介してIGTMC設定確認メッセージをTCP1414に返送し、新しい呼のDS0割り当てを示す。クラス5交換機は時間1814でLitespanTCP1414に接続メッセージを送信する。TCP1414はPOTSカード1412のDS0をクラス5交換機によって割り当てられたクラス5のDS1タイムスロットに交差接続する。時間1816で、クラス5交換機は発信音を送信する。TCP接続が確立され、DS1カード1426とPOTS回線接続装置カード1412との間でABCD経路監視が実行される。電話機1410はダイヤル数字を帯域内でクラス5交換機まで送信し、エンドツーエンド呼が確立され、最終的に時間1822で顧客は電話機1410の受話器をオンフックに戻す。POTS回線接続装置1412はPOTSカード1412のSBDLタイムスロットを介してTCP1414にオンフック表示を送信する。次いでTCP1414は通信経路を解放してPOTS回線を空き状態にする。またTCP1414はDS1カード1426にオンフック状態をクラス5交換機1420に知らせるように指示する。

【0050】図19は、Litespanとクラス5交換機1528との間のインタフェースがGR-303インタフェースである図15の着信無料回線構成での発呼を示す単純化したはしご図である。ステップ1910で、顧客は電話機1510をオフフックにする。ステッ

ブ 1912 で、ATU-R1514 はオフフック状態を検出してそれを前述のように AAL2 セル上の A/B 通知を介してゲートウェイ 1520 に知らせる。ステップ 1914 で、ゲートウェイ 1520 は図 17 に示すように ABCU の SBDL を介して Litespan TCP1516 にオフフックをさらに送信する。その間、ATU-R1514 は電話機 1510 に無音を送信する (ステップ 1916)。ステップ 1918 で、Litespan TCP1516 は SBDL を介して DS1 カード 1530 にチャンネル設定要求を送信し、DS1 カード 1530 は TMC メッセージング DS0 を介してこの要求をクラス 5 交換機 1528 に送信する (ステップ 1918 および 1920)。クラス 5 交換機 1528 は TMC 設定確認メッセージと接続メッセージとで応答する (ステップ 1922 および 1924)。ただし、Litespan TCP1516 は、これらのメッセージを待つことなく、独自のタイムスロット割り当てをゲートウェイ 1520 に提供する (ステップ 1926)。ステップ 1928 でタイムスロット接続メッセージがゲートウェイ 1520 から ATU-R1524 に送信され、ATU-R1514 とゲートウェイ 1520 との間で AAL2 音声パケットの送信が開始される。接続メッセージが Litespan TCP1516 によって受信されると (ステップ 1924)、帯域内発信音がクラス 5 交換機 1528 から電話機 1510 まで送信され (ステップ 1930)、AB 通知監視が実行され (ステップ 1932)、電話機 1510 とクラス 5 交換機 1528 との間でダイヤル数字および音声データが送信される (ステップ 1934)。最後に、顧客は受話器をオンフックに戻す (ステップ 1936)。

【0051】本明細書に記載の Litespan 端末がゲートウェイ機能を実施する際に用いるハードウェアおよびソフトウェアについて以下に説明する。該当する機能とハードウェア装置の大半は上記に組み込まれた Nattekemper 他の特許第 5953318 号に詳述してあるのでここでは繰り返さない。その代わりに、本明細書ではそのシステムのある種の変更についてのみ記述する。

【0052】図 2 は Litespan CBA2010 の該当する態様のブロック図である。図 2 は 1 つの ATM バンク制御装置 (ABCU) カード 22 と複数の非同期デジタル加入者線 (ADSL) 回線カード 24 とを含んでいる。本明細書では ADSL 回線カード 24 は非同期デジタル加入者線プロトコルに関して記載されているが、ADSL 回線カード 24 はその代わりに他の適切な伝送プロトコルで実施してもよい。一般の下り動作では、Litespan CBA2010 は ATM 交換機ファブリック 25 で ATM セルを受信する。ATM 交換機ファブリック 25 はループ (ADSL) ポート、ネットワークポートならびにアップチェインポートおよび

ダウンチェインポート間で ATM セルをルーティングする。ADSL ポートは ADSL 回線カード 24 上に位置する。そのようなカードは各々 ATM セルを取り出して ATM セルが適当な ADSL 伝送フォーマットに変換されて遠隔装置 (図 2 に示さず) に送信される送受信機 28 に提供するバスインタフェース 27 を含んでいる。遠隔装置は、送受信機、物理層装置、セグメント化および再セグメント化装置またはその他の適当な装置およびユーザインタフェースを介して ADSL 回線カード 24 から受信した ADSL 送信データを処理して、エンドユーザに送信する。

【0053】ABCU カード 22 はまた DLC システム 15 などの交換装置を介して TDM 交換機 13 から TSI ケーブル 34 上で TDM 下りトラフィックを受信できる。ABCU カード 22 は、TDM トラフィックを SBI フォーマットに変換するタイムスロット割り当て装置 (TSA) 35 (本明細書では TSI マッピング装置とも呼ぶ) を含んでいる。SBI フォーマットの TDM トラフィックは SBI セクタ 36 に提供され、適当な ADSL 回線カード 24 に送信され、さらにエンドユーザに送信される。

【0054】上り方向では、ADSL 回線カード 24 は遠隔装置からの ADSL または狭帯域伝送データを受信し、この伝送データをバスインタフェース 27 で適当な ATM または TDM トラフィックストリームに乗せる。ATM および TDM トラフィックストリームは TDM トラフィックをタイムスロット割り当て装置 35 に提供し、ATM トラフィックを ATM 交換機ファブリック 25 に提供するために該当する SBI セクタ 36 に送信される。

【0055】ABCU 22 はまたゲートウェイ機能 2014 を含んでいる。ゲートウェイ 2014 は ATM インタフェース 2016 と、TDM インタフェース 2018 と、ゲートウェイ制御装置 2022 へのインタフェース 2020 とを有する。ゲートウェイ 2014 の ATM インタフェース 2016 は任意のバスインタフェース 26 と SBI セクタ 36 が ATM 交換機ファブリック 25 とインタフェースをとるのと同じ方法で ATM 交換機ファブリック 25 とインタフェースをとる。ゲートウェイ 2014 の TDM インタフェース 2018 は狭帯域 TSA 35 が任意の SBI セクタ 36 とインタフェースをとるのと同じ方法で狭帯域 TSA 35 とインタフェースをとる。ゲートウェイ 2014 は、ゲートウェイ ATM インタフェース 2016 と任意の ATU-R (図 2 に示さず) との間に接続された VC に適合する着信無料回線サービスのマッピングを、一方では TSA 35 の TDM 交換機割り当てに設定し、他方では TDM 交換機 13 に設定する。ゲートウェイ制御装置 2022 内で実行されているソフトウェアは Litespan 共通制御装置からの交換/呼提供コマンドに回答して、そのようなマ

ッピングを確立する。TDM交換機13へのGR-303インタフェースの場合、Litespan共通制御装置ソフトウェアはGR-303 CRVをSBIチャンネルに割り当てる。

【0056】図2のファームウェア内のABCUGートウェイ2014は標準プロファイルに基づいてゲートウェイへのいくつかの（例えば256個の）同時接続のためのDSPチップでAAL2包封化と音声処理とをサポートする。ABCUGートウェイ2014はまたすべての着信無料回線接続についてネットワークエコー消去と圧縮およびエコー消去への交換アクセスを実行する。ABCUGートウェイ2014およびATU-Rはさらにファックス音認識と呼の継続中のアクセス切り戻しを予約するCPE方向の64kbpsへの動的な切替えをサポートする。両方向における無音圧縮もサポートされる。ゲートウェイ2014はまたダイヤルパルスおよびタッチトーンCPE通知の上りCASデジタルメッセージと、GR-303/TR-08帯域内可聴音再生とを認識する。

【0057】ATMインタフェース2016は方向ごとに半分に分割されている。それぞれの半分のインタフェースは上記に組み込まれたUtopia仕様に記載されているUtopiaインタフェース仕様に適合する。このUtopiaインタフェース仕様は以下の特性を有する。Utopiaレベル2、16ビットデータ交換（16ビット入力、16ビット出力）、32.768MHzクロック、Multiphy（物理層マルチプロトコル）、ゲートウェイ2014には1アドレスを割り当て、ポーリングあり-1送信セルと1受信セルが使用可能、2つの転送クロック（1つが内部、1つが外部）。このUtopiaインタフェース仕様はまたセルレベルハンドシェイクを使用し、負荷は4PHY（物理層プロトコル）、1ATM層である。

【0058】TDMインタフェースはゲートウェイ2014をLitespanのTSIケーブルに接続する。これらのケーブルはCBA内の回線接続装置スロットからCCA内のTSIカードにTDM音声、電話通知およびSBDL通信チャンネルを送信する。各TSIケーブルは60のSBIストリームを搬送し、1本のケーブルが各回線接続装置スロットへの送信用で、もう1本のケーブルが各回線接続装置スロットからの受信用である。普通、各SBI上で搬送される24のTDM音声データタイムスロットは割り当てられた回線接続装置スロットからのTDM音声サンプルを搬送する。これらのSBIはLitespanのマスタクロックに同期され、フレーム開始を示すフレーム同期パルスを使用する。VoDSLはこれらのSBI内の未使用のタイムスロットを用いて着信無料回線の音声サンプルをCCAとの間で交換する。

【0059】上り方向では、ゲートウェイ2014はデ

ィジタル化された着信無料回線の音声サンプル（64KHz、 μ 法則PCM）をFPGA/ASICに提供し、FPGA/ASICは音声サンプルをSBIストリームに乗せる。下り方向では、ゲートウェイ2014はディジタル化された音声サンプル（64KHz、 μ 法則PCM）を該音声サンプルをSBIストリームから取り出したFPGA/ASICから受信する。

【0060】上りTDMインタフェースは外部から供給される同期したクロックで制御される多数のシリアル出力からなる。シリアルストリームは外部から提供される125マイクロ秒のフレーム同期信号に同期している。下りTDMインタフェースは外部から供給される同期したクロックで制御される多数のシリアル入力からなる。シリアルストリームは外部から提供される125マイクロ秒のフレーム同期信号に同期している。インタフェースは対称である。すなわち、送信と受信とが同じ音声チャンネルの同じタイムスロットを使用する。

【0061】ゲートウェイ2014とゲートウェイ制御装置2022との間のマイクロプロセッサ物理インタフェースはABCUGのマイクロプロセッサがゲートウェイ2014を構成し、試験し、ステータスを確認し、これとメッセージを交換するための手段である。プログラムコードはゲートウェイ2014のメモリ内にダウンロードして実行することができる。

【0062】音声接続および要求ステータスを提供し、構成し、使用可能にし、使用不能にする通常の動作中にABCUGのマイクロプロセッサから呼提供および構成メッセージがゲートウェイ2014へ送信される。これよりも関連性があるメッセージについて以下に説明する。ギリシャ文字は変数である値を示す。呼提供メッセージを用いて特定のVVC（仮想音声接続）が構成される。

【0063】呼参照 β のVPI、VCIおよびCIDに使用するビット数

呼参照 β は $VCI = \rho$ 、 $VCI = \sigma$ 、 $CID = \tau$ を使用する。

【0064】呼 β の音声プロファイルを1または7またはhybridに設定する。

【0065】呼 β のCODECをPCMまたはADPCMに設定する。

【0066】呼 β のエコーキャンセラをonまたはoffに設定する。

【0067】呼 β の初期受信（上り）ABCD通知状態を Ψ に設定する。

【0068】呼 β の初期受信（下り）ABCD通知状態を Ψ に設定する。

【0069】呼 β のファックス/モデムトーン検出および自動CODEC切替えを使用可能または使用不能にする。

【0070】呼 β の受信CODECに一致するように自

動CODEC切替えを使用可能または使用不能にする。
 【0071】呼参照βの下りSID（無音挿入記述子）を使用可能または使用不能にする。

【0072】使用可能時に、呼参照βのSIDセルをγミリ秒ごとに送信する。

【0073】呼参照βはSID値ωを使用する。

- ・ 呼参照βの呼を設定する（通知ビットはこの呼が活動状態になることを示す）。

- ・ 呼参照βを破棄する（通知ビットはこの呼が終了したことを示す）。

- ・ 呼参照βからABCUMマイクロプロセッサへのステータスメッセージの送信を使用可能または使用不能にする。

【0074】通常動作中には、ステータスを提供し障害を報告するメッセージも上記のメッセージに回答して、ゲートウェイ2014からABCUMマイクロプロセッサに送信される。ゲートウェイ2014からABCUMマイクロプロセッサに送信されるより関連性があるメッセージには以下に示す呼ステータスメッセージなどがある。

- ・ 呼参照βがTDMタイムスロットγに割り当てられる（SBIからゲートウェイ2014に、また逆方向に呼を割り当てる方法をABCUMマイクロプロセッサに指示する）。

- ・ 呼参照βの音声プロファイルが1または7またはhybridに設定されている。

- ・ 呼参照βのCODECがPCMまたはADPCMに設定されている。

- ・ 呼βのエコーキャンセラがonまたはoffである。

- ・ 呼に関してファックスまたはモデムトーンが検出されていない。

- ・ 呼参照βの現在の受信（上り）ABCD通知状態がΨである。

- ・ 呼参照βの現在の送信（下り）ABCD通知状態がΨである。

【0075】ゲートウェイ2014は下りメッセージと上りメッセージの両方についてAAL2 SAR（セグメント化および再組み立て）機能を実行する。下りメッセージの場合、ABCUMマイクロプロセッサはメッセージをゲートウェイ2014に送信し、ゲートウェイ2014はメッセージをAAL2 PDU（プロトコルデータ単位）にフォーマットし、ATMセルストリーム内に挿入する。ABCUMマイクロプロセッサは時間を追跡して特定の時間間隔で送信すべきメッセージ（CAS keep aliveメッセージなど）を開始する。より関連性があるメッセージについて以下に説明する。

- ・ 送信するAAL2 CASメッセージ

下りABCD通知は変更されるとき、ABCUMマイクロプロセッサはゲートウェイ2014にCAS通知セルを

送信するように促す。これらのセルは5ミリ秒間隔で3回送信される。ゲートウェイ2014は第2および第3のメッセージを自動生成し、5ミリ秒間隔で送信する。ゲートウェイ2014は最大1024の提供されたチャネルごとに自動的に5秒のCAS keep aliveメッセージを生成する。

- ・ 送信するAAL2アラームメッセージ

- ・ 送信するAAL2ステータスメッセージ（CO-IWF<->CP-IWF内蔵動作チャネル（EOC）を含んでいる）

上りメッセージの場合、ゲートウェイ2014はHECを介してATMヘッダの妥当性検査をし、HECを介してAAL2ヘッダの妥当性検査をし、CRCを介してAAL2タイプ3PDUの妥当性検査をし、CAS通知の場合を除き、ゲートウェイが所属するVVCに加えてABCUMマイクロプロセッサに送信する。ABCUMマイクロプロセッサは任意の1回でゲートウェイ2014から受信するはずの最大数のメッセージをバッファリングするのに十分な待ち行列の空間を確保する。より関連性があるメッセージについて以下に説明する。

- ・ 受信AAL2CASメッセージ

ゲートウェイ2014は1024上りチャネルのすべての現在の通知状態のテーブルを保守する。各テーブル項目の初期状態が提供される。ゲートウェイ2014はCASメッセージが状態変化を示している時にのみABCUMマイクロプロセッサに知らせる。ゲートウェイ2014は3つの冗長メッセージが受信されない場合、3つの冗長メッセージのABCDビットが一致しない場合、またCAS keep aliveメッセージが5秒ごとに受信されない場合、ABCUMマイクロプロセッサに知らせる。

【0076】ゲートウェイ2014がビットを通知中のチャネルの状態を変更するといつでも、ゲートウェイ2014は新しい通知ビットをマイクロプロセッサに送信して共に同期が失われないようにする。

【0077】CP-IWF（顧客宅内網間接続機能、例えばIAD）は通知状態の変化をCO-IWFに送信する前に通知状態の変化をデバウンスするので、ゲートウェイ2014はこの機能を実行する必要がある。その代わりにゲートウェイ2014は受信したすべての通知状態の変化をABCUMマイクロプロセッサに送信する。通知状態は比較的ゆっくりと（最大20パルス/秒）変化するので、通知状態は3つの冗長CAS通知セルが送信される15ミリ秒の間には変化しない。ゲートウェイ2014は以下のアルゴリズムに従って動作する。

【0078】3つのCAS通知PDU（redundancyフィールドに示されている）のうち最初のPDUを受信する。

【0079】・ 第1、第2または第3のPDUフラグが原因で変化した3つの通知状態をリセットする。

【0080】・ タイプ3メッセージのCRCの結果が不良の場合、メッセージを廃棄してエラーカウンタをカウントアップする。

【0081】・ あるいはABCD通知ビットが現在の状態と異なる場合、新しいABCDビットをABCUMマイクロプロセッサに送信し、新しいABCDビットをゲートウェイ2014内に記憶する。

【0082】第1のCAS PDUが原因で変化した通知を示すフラグを立てる。

【0083】・ あるいは通知状態が変化していないので何もしない。

【0084】・ 終了

3つのCAS通知PDU (redundancyフィールドに示されている)のうち第2のPDUを受信する。

【0085】・ タイプ3メッセージのCRCの結果が不良の場合、メッセージを廃棄してエラーカウンタをカウントアップする。

【0086】・ あるいはABCD通知ビットが現在の状態と異なる場合、第2のCAS PDUが原因で変化した通知を示すフラグを立てる。

【0087】新しいABCDビットをABCUMマイクロプロセッサに送信し、新しいABCDビットをゲートウェイ2014内に記憶する。

【0088】・ あるいは通知状態が変化していないので何もしない。

【0089】・ 終了

3つのCAS通知PDU (redundancyフィールドに示されている)のうち第3のPDUを受信する。

【0090】・ タイプ3メッセージのCRCの結果が不良の場合、メッセージを廃棄してエラーカウンタをカウントアップする。

【0091】・ あるいはABCD通知ビットが現在の状態と異なる場合、第3のCAS PDUが原因で変化した通知を示すフラグを立てる。

【0092】新しいABCDビットをABCUMマイクロプロセッサに送信し、新しいABCDビットをゲートウェイ2014内に記憶する。

【0093】・ 複数のCAS PDUが設定されているために通知状態を示すフラグが変化した場合、エラーメッセージをABCUMマイクロプロセッサに送信し、
「signaling changing too often」エラーカウンタをカウントアップする。

【0094】・ 終了

受信AAL2アラームメッセージ

受信AAL2ステータスメッセージ

ゲートウェイはATM接続のエンドポイントであるため、ゲートウェイはOAM (運用および保守) F4およびF5ループバックセルを検出し、それらをマイクロプロセッサに送信する。ゲートウェイはまた (ATM UtopiaインタフェースからABCUMの交換機ファブ

リックに向けて) マイクロプロセッサから受信したOAMセルを送信する。

【0095】図10はATMフォーマットとTDMフォーマットの間の変換に関してゲートウェイ2014の様々な構成要素によって実行される機能を示す。ゲートウェイはDSP (デジタル信号プロセッサ) アレイ2112内にn個のDSPコアを含んでいるDSP装置2110を含んでいる。ATMからTDMフォーマットへ変換する場合、着信AAL2セルはUUIフィールドに基づいてATMインタフェース論理2111によってルーティングされる。音声セルはDSPアレイ2112内のDSPコアの適当な1つにルーティングされる。DSPコアは本明細書に記載のようにセルを処理し、PCM音声帯域サンプルを取り出してTDMインタフェース論理2017を介してTDMインタフェース2018からSBIマルチプレクサ2113に送信する。ATMインタフェース論理2111は通知状態、ステータス、アラーム (AAL2タイプ3の場合) およびOAMセルをDSP装置2110からゲートウェイ制御装置2022にルーティングする。ゲートウェイ制御装置2022はチャネルごとにABCD通知ビットを取り出し、SBIマルチプレクサ2113のマイクロプロセッサインタフェースに送信する。SBIマルチプレクサ2113は個々の回線接続装置24 (図2) に向けてSBI上でDS0を多重化し、ゲートウェイ制御装置2022から通知状態を挿入する。ゲートウェイ制御装置2022はまたDSP装置2110内のATM VC/CID (呼ID) からDSPへのマッピングをプログラミングし、さらにSBIマルチプレクサ2113内のDSPからSBIへのマッピングをプログラミングする。

【0096】TDMからATMフォーマットへの変換では、TSIケーブル34からのTDMデータがSBIマルチプレクサ2113に提供され、SBIマルチプレクサ2113は通知状態を取り出して個々の入力DS0をDSP装置2110内の適当なDSPコアに対応させる。音声帯域データはDSP装置2110のTDMインタフェース2018に送信される。DSP装置2110内のTDMインタフェース論理2017はDSPアレイ2112内のDSPコアの適当な1つに音声帯域データを提供し、該DSPコアはTDMデータを本明細書に記載のように処理する。DSPコアの出力はATMインタフェース論理2111に提供され、ATMインタフェース論理2111はデータをAAL2セルに組み立てる。ATMインタフェース論理2111はセルヘッダに記入するためにDSPからVC/CIDへのマッピングを保守する。SBIマルチプレクサ2113はTSIケーブルからの通知情報をゲートウェイ制御装置2022にルーティングし、ゲートウェイ制御装置2022は共通制御装置からのどのABCD通知ビットもDSP装置2110内のAAL2セル組み立て機能に送信する。ゲート

ウェイ制御装置 2022 は DSP 装置 2110 内の DSP から VC/CID へのマッピングをプログラミングする。帯域内データを搬送する AAL2 ATMセルは帯域外データを搬送する ATMセルと多重化され、ゲートウェイ ATMインタフェース 2016 から外に送信される。

【0097】図 12 は上り着信無料回線の伝送に関するゲートウェイ 2014 のある種の機能を示す図である。ADLU24 (図 2) からの voice-over-AAL2セルが ATM交換機ファブリック 25 に提供され、ATM交換機ファブリック 25 はそれらのセルをゲートウェイ 2014 の ATMインタフェースにルーティングする。ゲートウェイ 2014 は音声帯域データの AAL2セグメント化および再組み立て (SAR) を実行する。出力データはトランスコーダ 2310 内で ADPCMから PCMに (まだ PCMフォーマットになっていない場合) 変換され、次いで q 個の SBI 待ち行列 2314 の適当な 1 つに提供される。次いでゲートウェイ 2014 はエコーキャンセラ 2316 内で近端のエコー消去を実行し、その出力をゲートウェイ 2014 の TDM

インタフェース 2018 に提供する。

【0098】図 13 はゲートウェイ 2014 内で着信無料回線の下り伝送について実行される音声処理を示す図である。SBI からの PCMデータは TDMインタフェース 2018 を介してゲートウェイ 2014 に提供される。エコーキャンセラ 2316 内で近端エコーが消去される。その出力はトランスコーダ 2314 に提供され、トランスコーダ 2314 は任意選択として PCMデータを ADPCMデータに変換する。次いでこのデータは q 個の SBI 待ち行列 2312 (ABCU22 によってサポートされる着信無料回線ごとに 1 つずつ) の適当な 1 つに提供され、その出力は AAL2セグメント化および再組み立て装置 2312 に提供される。AAL2 SAR装置は ATMインタフェース 2016 を介して ATM交換機 25 に ATM音声セルを提供する。ATM交換機 25 は voice-over-AAL2セルを適当な ADLU24 (図 2) にルーティングする。

【0099】図 3、4 および 11 はアクセス管理システム (AMS) 98 を示す図である。AMS98 は POT S の統合 DLC/DSLAM/ゲートウェイ 114 のゲートウェイと TDMと ATMルーティング機能、データおよび着信無料音声サービスを管理する単一要素の管理システムである。AMS98 は、とりわけ、Litespan システム内の各ネットワーク要素を管理するのに必要な情報に深い関係がある。これは Litespan システム内のネットワーク要素機能と各ネットワーク要素の物理的態様を管理するのに必要な情報を含んでいる。AMS98 はまた物理的かつ論理的にアクセスネットワークを表す情報を追跡する。特に、AMS98 はネットワーク要素エンティティの各々がどのように関係し、トポ

グラフィの観点から相互接続され、エンドツーエンドの接続性を提供し、保持するように構成されているかを認識している。接続性を管理するために、AMS98 を用いてユーザは Litespan システムを介して ATU-R から Litespan システム内の ABCU のうちの 1 つの上のゲートウェイまで PVC および PVP を提供することができる。前述したように、所与の着信無料回線についてサービスを実行するゲートウェイは物理的に顧客宅に接続された ADLU を含んでいる CBA 内にある必要はない。ゲートウェイは同じ Litespan 端末内の別の CBA 内の ABCU 上にあってもよく、または中央局端末内の CBA 上にあってもよい。AMS98 はまた本発明の理解にとっては重要でない多数の追加の要素管理およびネットワーク管理機能を実行する。

【0100】本明細書で使用する、所与の信号、イベントまたは値は、それに先行する信号、イベントまたは値が所与の信号、イベントまたは値に影響を与えている場合には、先行する信号、イベントまたは値が所与の信号に「反応する」。介入する処理要素、ステップまたは時間間隔がある場合、所与の信号、イベントまたは値は同じく先行する信号、イベントまたは値に「反応する」ことがある。介入する処理要素またはステップは複数の信号、イベントまたは値を組み合わせている場合、処理要素またはステップの信号出力は、信号、イベントまたは値の入力の各々に「反応する」と考えられる。所与の信号、イベントまたは値がそれに先行する信号、イベントまたは値と同じ場合、これは所与の信号、イベントまたは値がまだそれに先行する信号、イベントまたは値に

「反応する」と考えられる墮落したケースにすぎない。所与の信号、イベントまたは値の別の信号、イベントまたは値への「依存性」も同様に定義される。

【0101】本発明の好ましい実施形態の以上の説明は例示と説明のためであって、網羅的なものではなく、また本発明を開示された形式どおりに限定するものでもない。本発明について多数の変更および変形が可能であることは当業者には明らかであろう。特に、例えば、本明細書に記載のループエミュレーションサービスは ATM インタフェース上で提供されるが、そのようなサービスは、IP、IP-over-ATM、およびフレームリレー (FR) を含んでいる、ただしこれに限定はされない他のタイプのパケット/セル移送を介して別法としてまたは追加的に提供することができることが理解される。一実施形態では、本明細書に記載の統合ゲートウェイは TDM と ATM 移送間の変換から TDM と異なるパケット/セル移送間の変換への機能を変更するのにソフトウェア/ファームウェアの再プログラミングしか必要でない。これらの変更に加えて、ただしこれには限定されないが、本特許出願の背景の節に記載され、提案されまたは参照として組み込まれている任意の、またすべての変形は本明細書で本発明の実施形態の説明に参照とし

て具体的に組み込まれている。本明細書に記載の実施形態は本発明の原理とその実際の応用を最もよく説明するために選択されて記載され、それによってその他の当業者が本発明を様々な実施形態に関して、また考えられる特定の使用法に適した様々な変更と共に理解することを可能にしている。本発明の範囲は首記の特許請求の範囲とその等効請求項に記載する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】従来のネットワークアーキテクチャを記号的に示す図である。

【図 2】図 5 の L i t e s p a n C B A の該当部分のブロック図である。

【図 3】本発明の機能を組み込んだ L i t e s p a n システムの各部を示す図である。

【図 4】本発明の機能を組み込んだ L i t e s p a n システムの各部を示す図である。

【図 5】本発明の機能を組み込んだ L i t e s p a n システムの各部を示す図である。

【図 6】本発明の機能を組み込んだ L i t e s p a n システムの各部を示す図である。

【図 7】本発明の機能を組み込んだ L i t e s p a n システムの各部を示す図である。

【図 8】本発明の機能を組み込んだ L i t e s p a n システムの各部を示す図である。

【図 9】通信プロトコルを記号的に示す図である。

【図 10】図 2 のゲートウェイによって実行される機能を示す図である。

【図 11】本発明の機能を組み込むために変更された図 1 のネットワークアーキテクチャを記号的に示す図である。

10

【図 12】図 2 のゲートウェイによって実行される機能を示す図である。

【図 13】図 2 のゲートウェイによって実行される機能を示す図である。

【図 14】従来の L i t e s p a n 端末を介したメッセージ送受信のフローを記号的に示す図である。

【図 15】本発明の一態様に従って変更された L i t e s p a n 端末を介したメッセージ送受信のフローを記号的に示す図である。

【図 16】 T R - 8 接続の場合の図 14 の構成を用いた発呼フローを示すはしご図である。

【図 17】本発明の態様を実施するための図 16 ののはしご図の変形形態を示すはしご図である。

【図 18】 G R - 303 接続の場合の図 14 の構成を用いた発呼フローを示すはしご図である。

【図 19】本発明の態様を実施するための図 18 ののはしご図の変形形態を示すはしご図である。

【符号の説明】

98 AMS

20

110 データネットワーク

112 ATU-R

116、119 スプリット

120 ATMネットワーク

128 TDMポート

133 ローカルサービスプロバイダの中央局

310 L i t e s p a n 中央局端末 (COT)

312 (プロバイダの) 中央局

318 DSLAM

320、322、324 ゲートウェイ機能

30

【図 2】

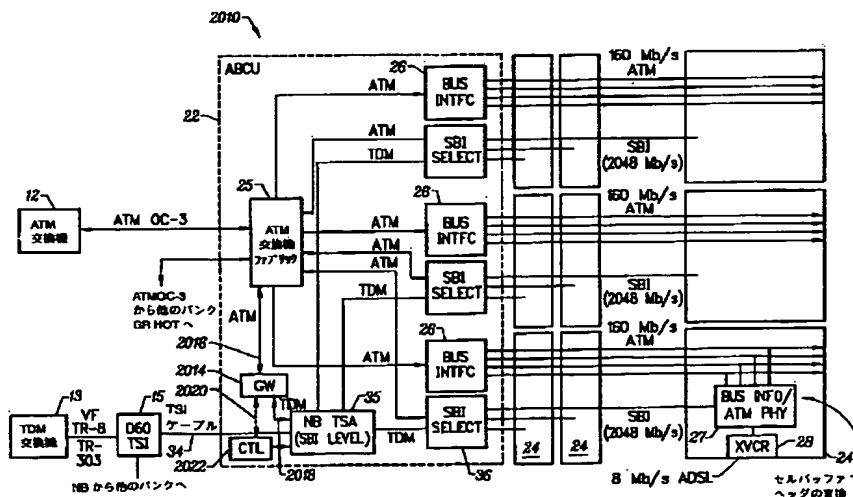


FIG. 2

【図 14】

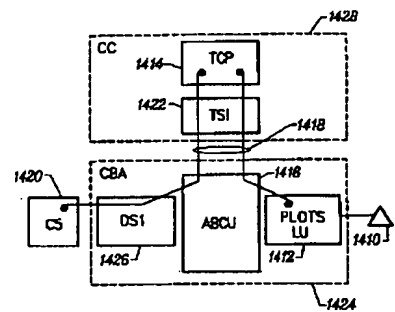
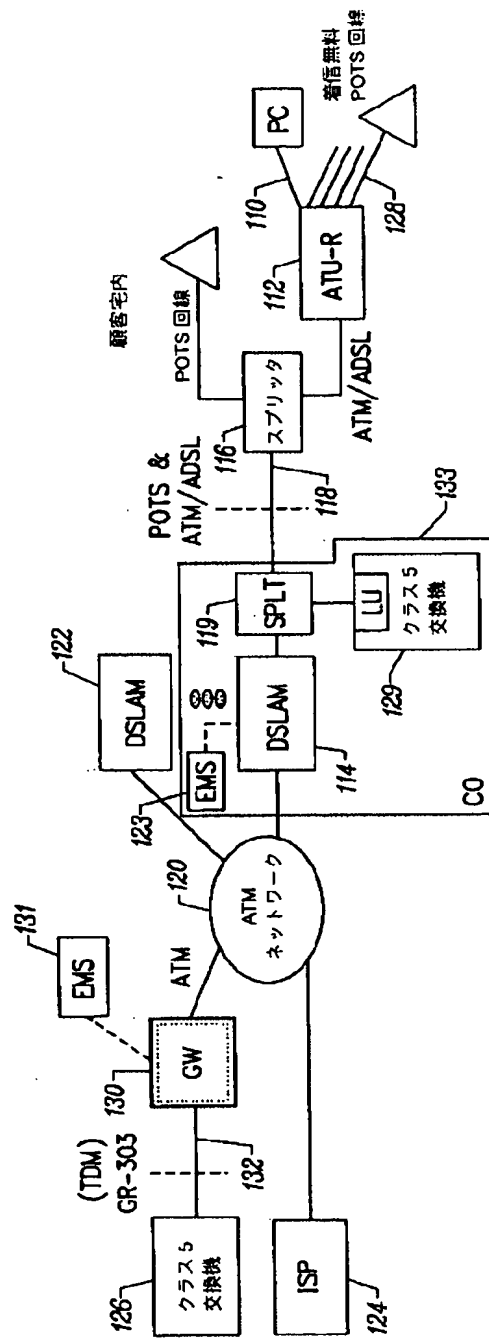


FIG. 14

【図 1】

FIG. 1
(従来の技術)

【図 3】

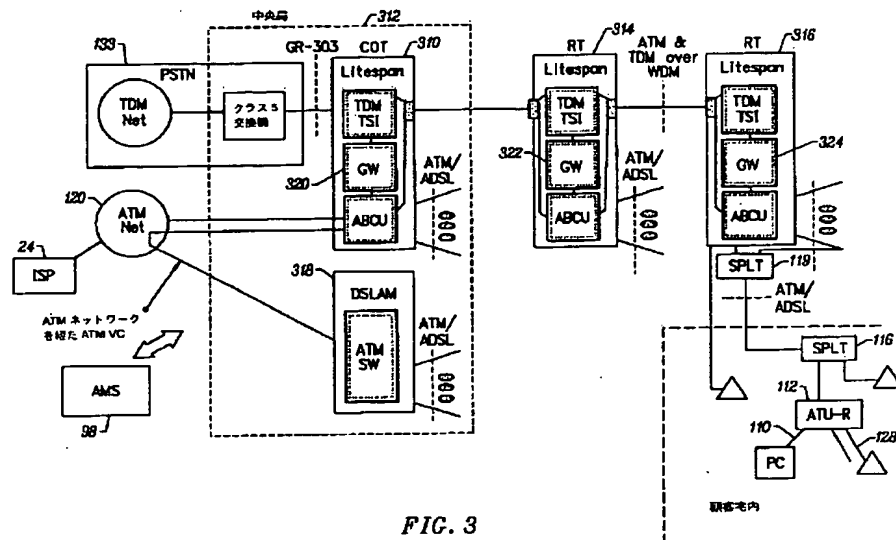


FIG. 3

【図 4】

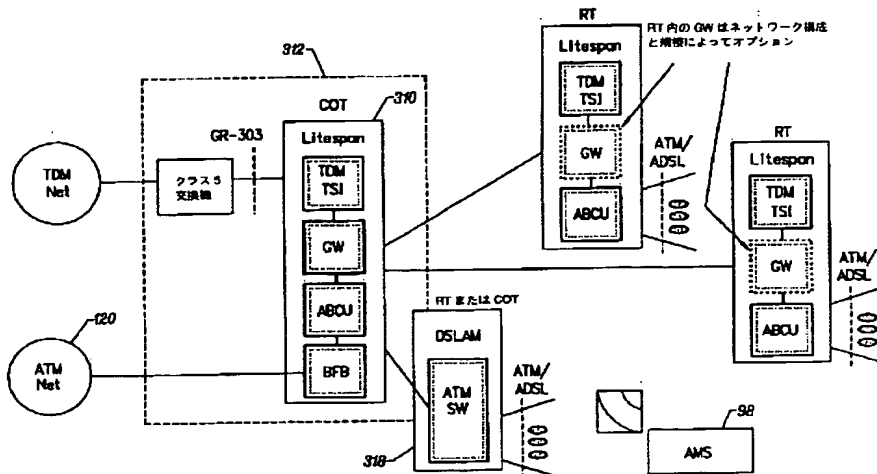


FIG. 4

【図 11】

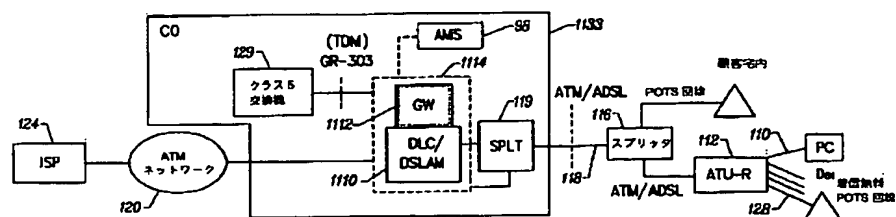


FIG. 11

【図 5】

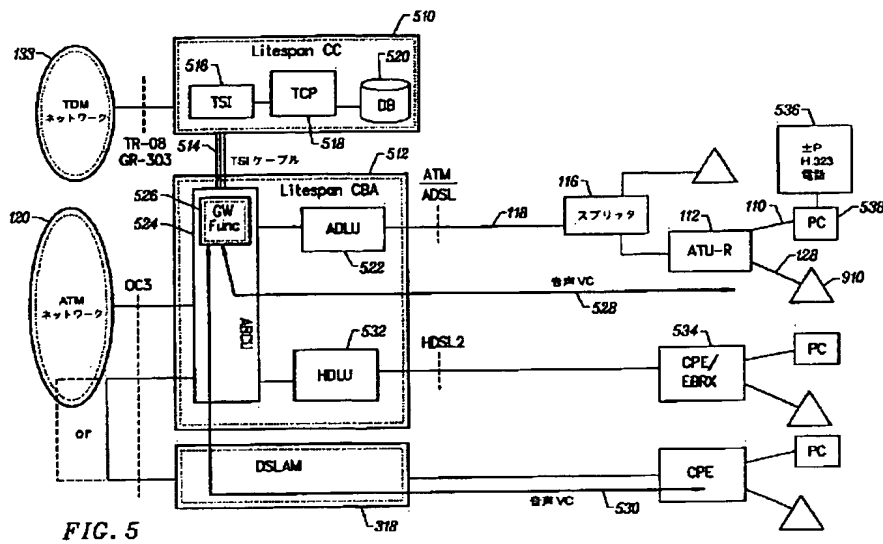


FIG. 5

【図 6】

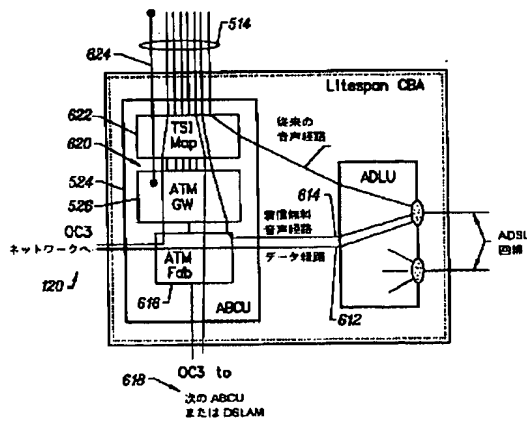


FIG. 6

【図 15】

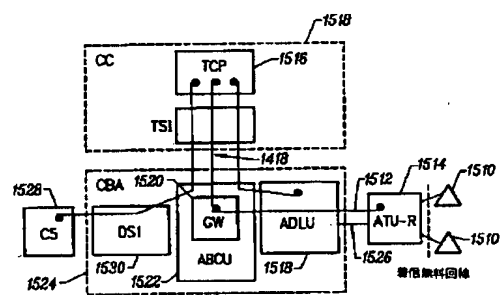


FIG. 15

【図 7】

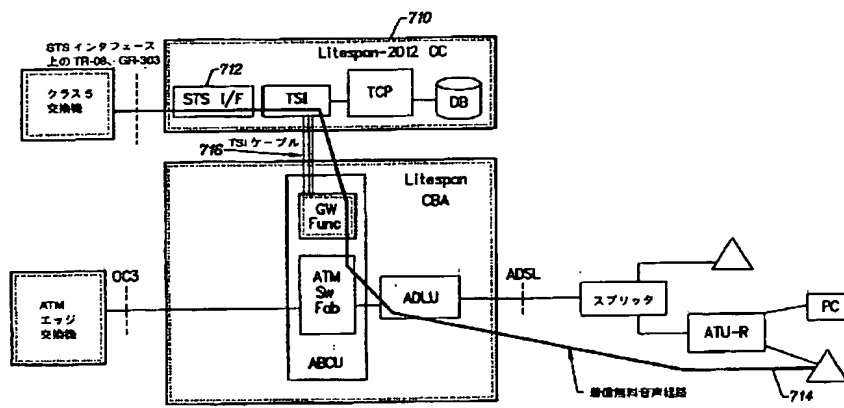


FIG. 7

【図 8】

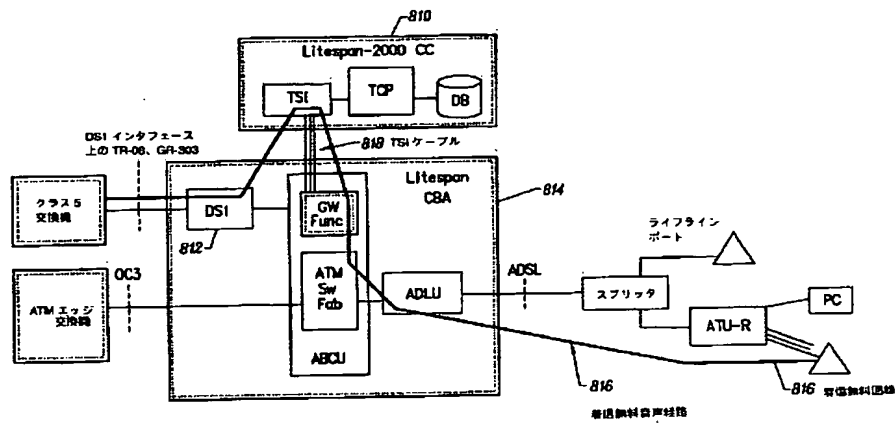


FIG. 8

【図 9】

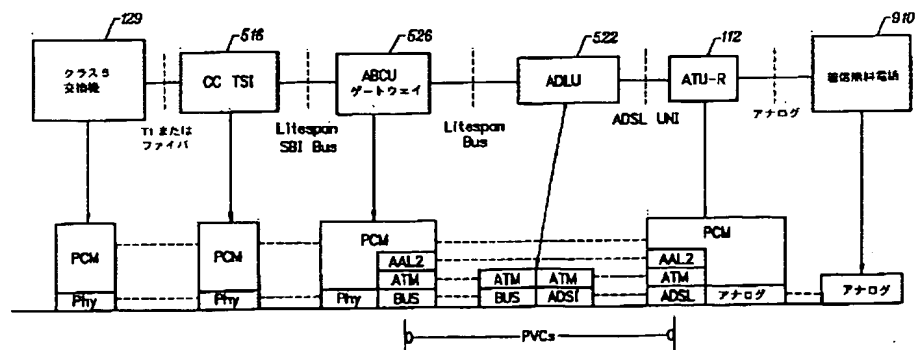


FIG. 9

【図 10】

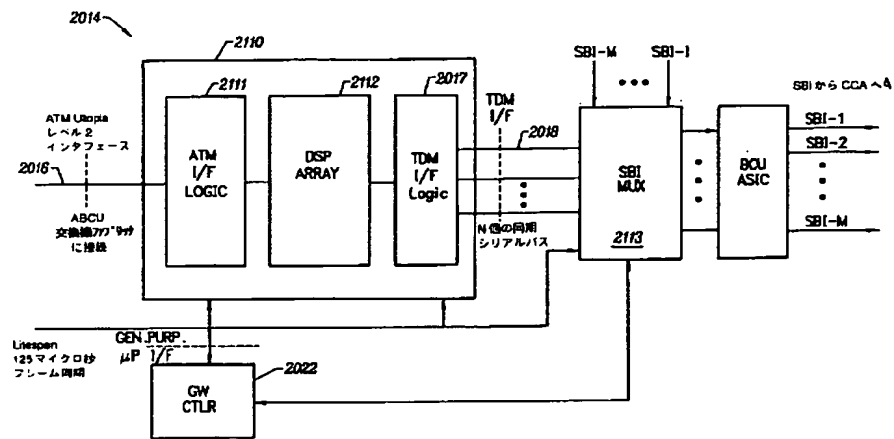


FIG. 10

【図 12】

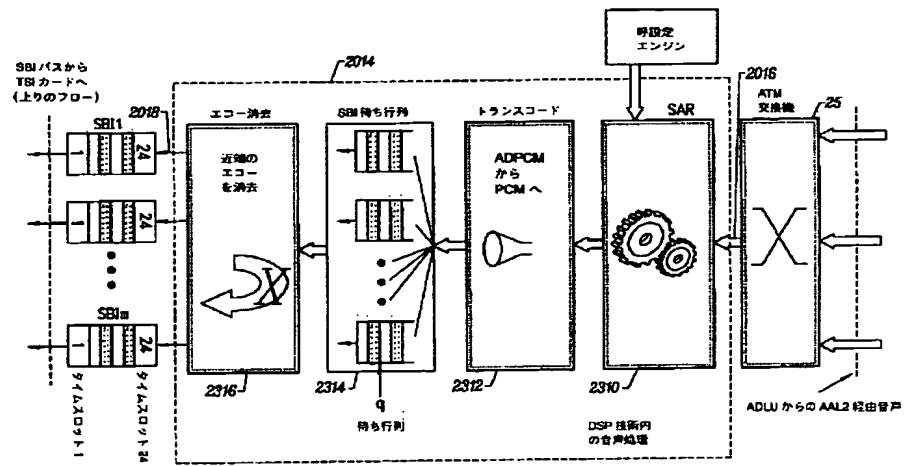


FIG. 12

【図 13】

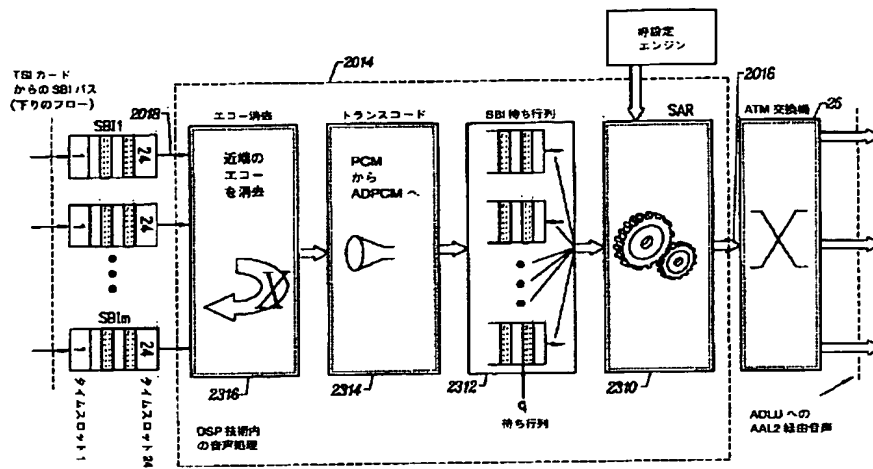


FIG. 13

【図 16】

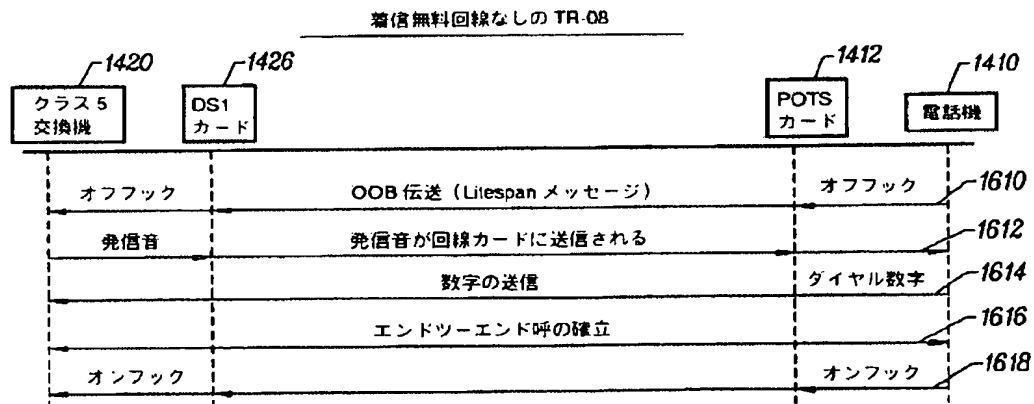


FIG. 16

【図 17】

着信無料回線付きの TR-08

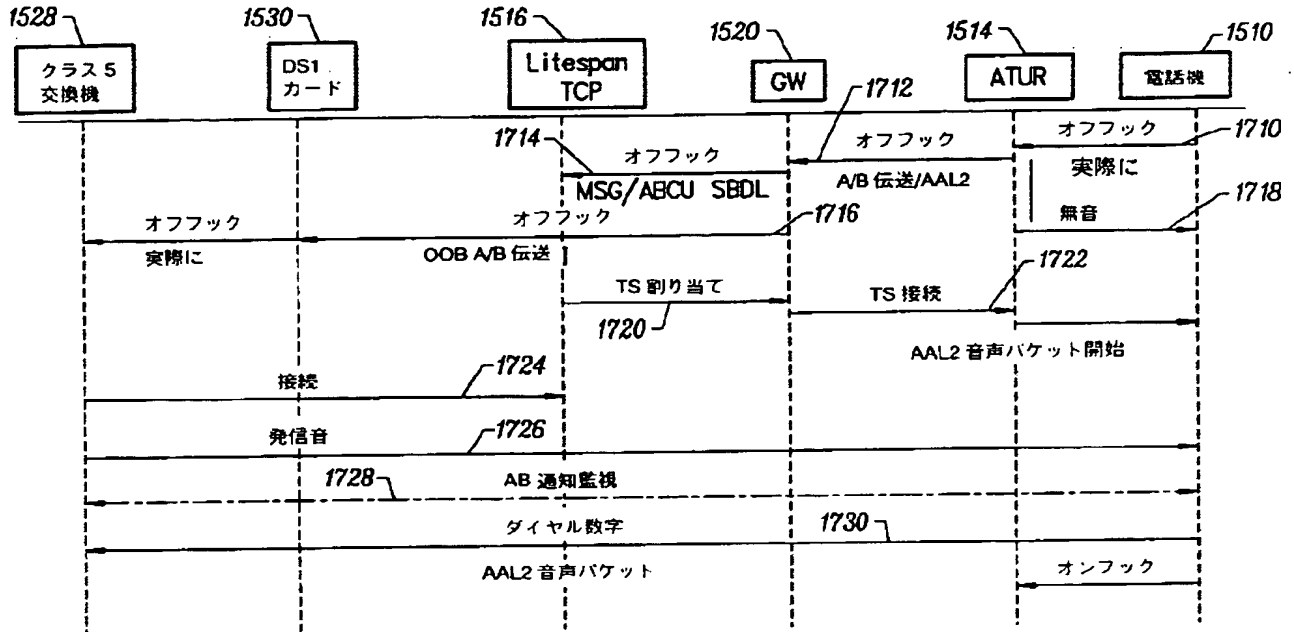


FIG. 17

【図18】

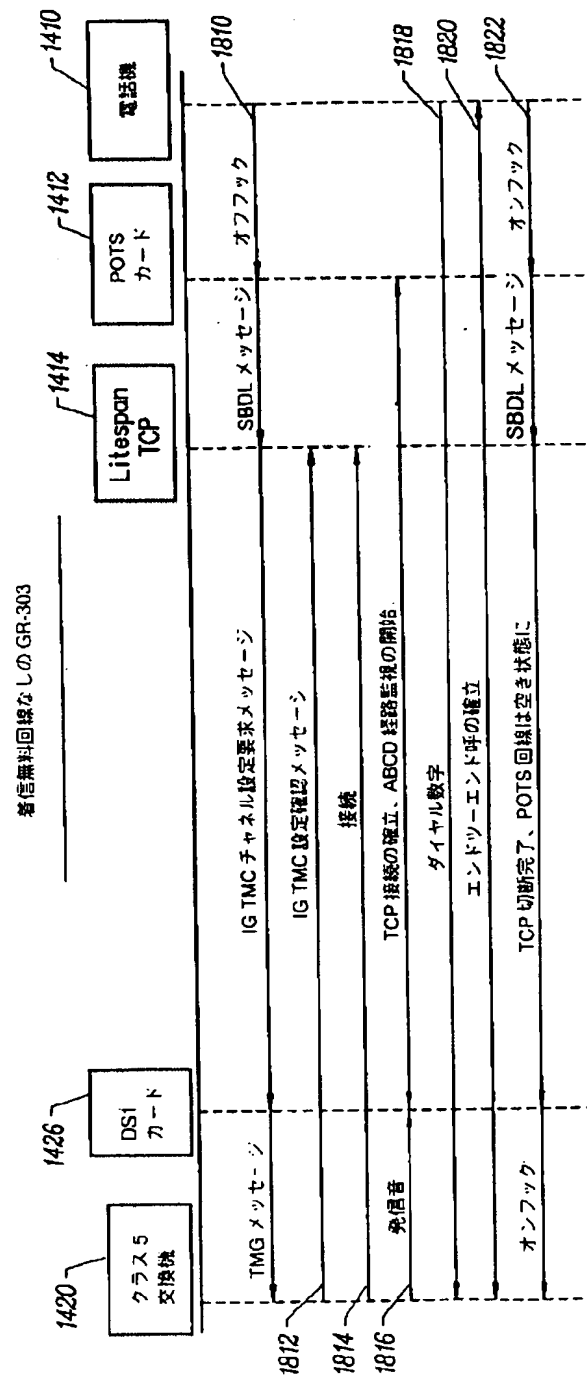


FIG. 18

【図19】

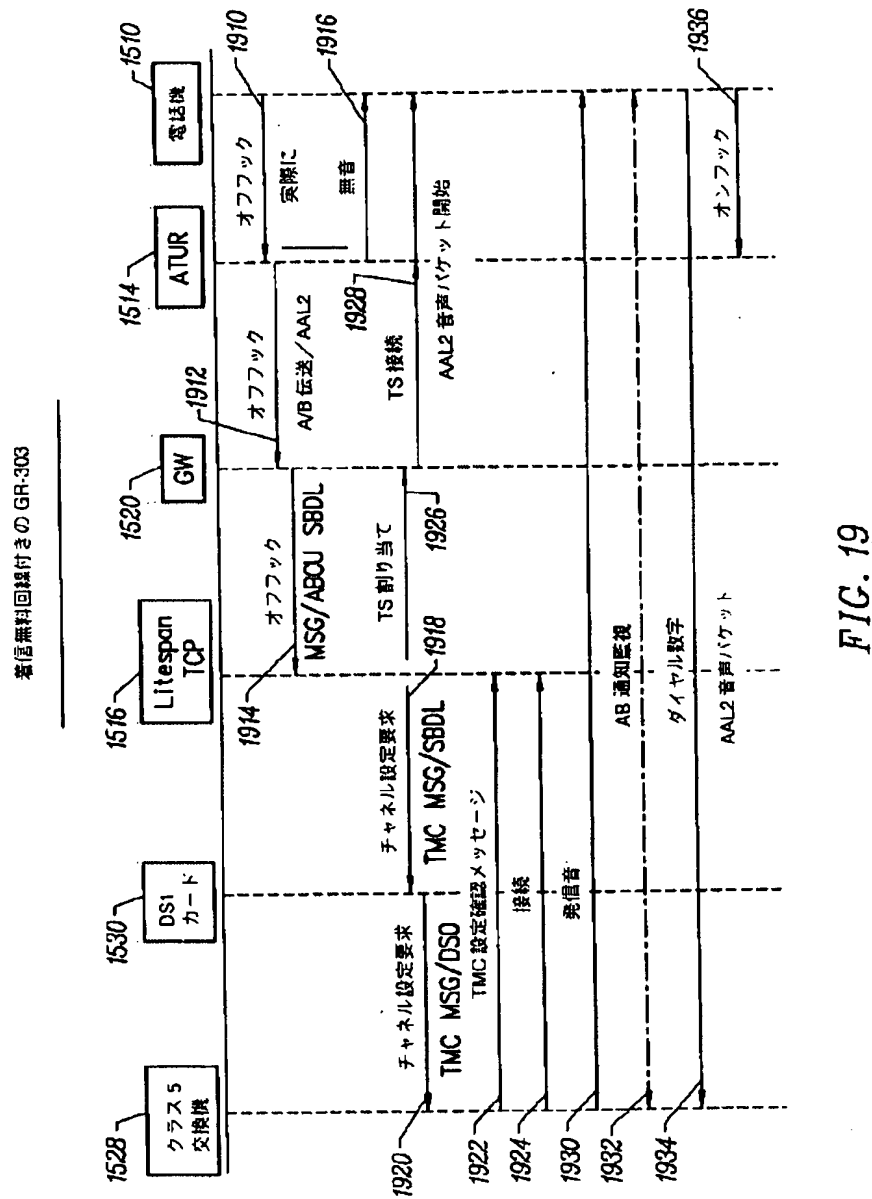


FIG. 19

フロントページの続き

(72)発明者 リチャード・ビー・ジョールガー
アメリカ合衆国、カリフォルニア・94928、
ローナート・パーク、マグノリア・アベニ
ュー・1401

(72)発明者 トーマス・エイチ・ニール
アメリカ合衆国、カリフォルニア・94954、
ペタルマ、マツツエン・ランチ・サーク
ル・1927

(72)発明者 モワフアク・テイ・ミダーニ
アメリカ合衆国、カリフォルニア・94954、
ペタルマ、ファルコン・リッジ・2006

(72)発明者 ジェフリー・ビー・メンデルソン
アメリカ合衆国、カリフォルニア・94954、
ペタルマ、グリーンウイッチ・ストリー
ト・526

(72) 発明者 ポール・フランセシーニ
 アメリカ合衆国、カリフォルニア・94952、
 ペタルマ、マグノリア・アベニュー・1485

(72) 発明者 オサマ・バーガット
 アメリカ合衆国、カリフォルニア・94952、
 ペタルマ、カンブリッジ・レイン・259

(72) 発明者 リントン・オウルド
 アメリカ合衆国、カリフォルニア・94928、
 ローナート・パーク、マシアス・ストリー
 ト・1527

【外国語明細書】

1. Title of Invention

**INTEGRATED GATEWAY NETWORK ARCHITECTURE FOR
LOOP EMULATION SERVICES OVER ATM OVER DSL SERVICE**

2. Claims

1. A network node comprising:

a plurality of communications interfaces in said node including a packet-type interface and a TDM-type interface and a first additional interface which is a member of the group consisting of a packet-type interface and a TDM-type interface;

a first routing function in said node which routes traffic among interfaces in said plurality of communications interfaces which are of the type of said first additional interface; and

a gateway function in said node which transmits user traffic between an interworking one of said packet-type interfaces and an interworking one of said TDM-type interfaces, and further performs loop functions through said interworking TDM-type interface on behalf of a device coupled to said gateway function through said interworking packet-type interface.

2. A network node according to claim 1, wherein said packet-type interfaces comprise ATM-type interfaces.

3. A network node according to claim 1, wherein said packet-type interfaces comprise IP-type interfaces.

4. A network node according to claim 1, wherein said first routing function comprises a multiplexing-demultiplexing function but not a switching function.

5. A network node according to claim 1, wherein said plurality of communications interfaces includes a set of $N1 > 0$ network side interfaces of the type of said first additional interface and a set of $N2 > N1$ subscriber side interfaces also of the type of said first additional interface,

and wherein said first routing function multiplexes user traffic between said network side interfaces and said subscriber side interfaces.

6. A network node according to claim 5, wherein said network node does not switch user traffic among said subscriber side interfaces.

7. A network node according to claim 5, wherein said first additional interface comprises a TDM-type interface.

8. A network node according to claim 1, wherein said first additional interface is a packet-type interface, and wherein said plurality of communications interfaces further includes a second additional interface which is a TDM-type interface,

further comprising a second routing function in said node which routes user traffic among interfaces in said plurality of communications interfaces which are of the type of said second additional interface.

9. A network node according to claim 1, wherein said gateway function comprises:

encapsulation means for encapsulating TDM-type user traffic arriving from said interworking TDM-type interface into packets for transmission toward said interworking packet-type interface; and

extraction means for extracting TDM-type user data from packets arriving from said interworking packet-type interface for transmission toward said interworking TDM-type interface.

10. A network node according to claim 1, for use with a remote packet-type termination unit reachable through said interworking packet-type interface, said packet-type termination unit having a POTS port,

wherein said gateway function comprises upstream signaling means for providing TDM signaling toward said interworking TDM-type interface on behalf of said POTS port.

11. A network node according to claim 1, wherein said gateway function comprises downstream signaling means for encoding TDM signaling into packets for transmission toward said interworking packet-type interface, in response to TDM signaling received from said TDM-type interface.

12. A network node according to claim 1, wherein said loop functions performed by said gateway through said interworking TDM-type interface on behalf of a device coupled to said gateway function through said interworking packet-type interface includes signaling an off-hook condition through said interworking TDM-type interface in response to receipt of a packet

through said interworking packet-type interface containing a control code indicating an off-hook condition from the device.

13. A network node according to claim 1, wherein said loop functions performed by said gateway through said interworking TDM-type interface on behalf of a device coupled to said gateway function through said interworking packet-type interface includes signaling dialed digits through said interworking TDM-type interface in response to receipt of a packet through said interworking packet-type interface containing a control code indicating such digits dialed from the device.

14. A network node according to claim 1, wherein said interworking packet-type interface comprises an ATM-over-DSL-type interface.

15. A network node comprising:

a first plurality of packet-type communications interfaces including an interworking packet-type interface;

an interworking TDM-type interface;

a packet routing function in said node which routes packets among the interfaces in said first plurality of packet-type communications interfaces; and

a gateway function in said node which transmits user traffic between said interworking packet-type interface and said interworking TDM-type interface, and further performs loop

functions through said interworking TDM-type interface on behalf of a device coupled to said gateway function through said interworking packet-type interface.

16. A network node according to claim 15, wherein said packet-type interfaces comprise ATM-type interfaces.

17. A network node according to claim 15, comprising a second plurality of TDM-type communications interfaces including said interworking TDM-type interface,

further comprising a second routing function in said node which routes TDM traffic among the interfaces in said second plurality of TDM-type communications interfaces.

18. A network node according to claim 17, wherein said second routing function comprises a multiplexing-demultiplexing function but not a switching function.

19. A network node according to claim 18, wherein said first routing function comprises a multiplexing-demultiplexing function but not a switching function.

20. A network node according to claim 15, wherein said gateway function comprises:
encapsulation means for encapsulating TDM-type user traffic arriving from said interworking TDM-type interface into packets for transmission toward said interworking packet-type interface; and

extraction means for extracting TDM-type user traffic from packets arriving from said interworking packet-type interface for transmission toward said interworking TDM-type interface.

21. A network node according to claim 20, wherein said gateway function comprises downstream signaling means for encoding TDM signaling into packets for transmission toward said interworking packet-type interface, in response to TDM signaling received from said TDM-type interface.

22. A network node according to claim 21, for use with a remote packet termination unit reachable through said interworking packet-type interface, said packet termination unit having a POTS port,

wherein said gateway function comprises upstream signaling means for providing TDM signaling toward said interworking TDM-type interface on behalf of said POTS port.

23. A network node according to claim 15, wherein said loop functions performed by said gateway through said interworking TDM-type interface on behalf of a device coupled to said gateway function through said interworking packet-type interface includes signaling an off-hook condition through said interworking TDM-type interface in response to receipt of a packet through said interworking packet-type interface containing a control code indicating an off-hook condition from the device.

24. A network node according to claim 15, wherein said interworking packet-type interface comprises an ATM-over-DSL-type interface.

25. A network node comprising:
a first plurality of TDM-type communications interfaces including an interworking TDM-type interface;
an interworking packet-type interface;
a TDM routing function in said node which routes traffic among the interfaces in said first plurality of TDM-type communications interfaces; and
a gateway function in said node which transmits user traffic between said interworking packet-type interface and said interworking TDM-type interface, and further performs loop functions through said interworking TDM-type interface on behalf of a device coupled to said gateway function through said interworking packet-type interface.

26. A network node according to claim 25, for use with a remote packet termination unit reachable through said interworking packet-type interface, said packet termination unit having a POTS port, and wherein said gateway function comprises:

downstream signaling means for encoding TDM signaling into packets for transmission toward said interworking packet-type interface, in response to TDM signaling received from said TDM-type interface; and

upstream signaling means for providing TDM signaling toward said interworking TDM-type interface on behalf of said POTS port.

27. A network node according to claim 25, wherein said loop functions performed by said gateway through said interworking TDM-type interface on behalf of a device coupled to said gateway function through said interworking packet-type interface includes signaling dialed digits through said interworking TDM-type interface in response to receipt of a packet through said interworking packet-type interface containing a control code indicating such digits dialed from the device.

28. A network node according to claim 25, wherein said interworking packet-type interface comprises an ATM-over-DSL-type interface.

29. An access network system comprising:
a plurality of ATM communications interfaces including subscriber side ATM-over-DSL interfaces and a network side ATM interface;
a network side TDM interface;
an ATM routing function which routes traffic among the interfaces in said plurality of ATM communications interfaces; and
a gateway function which transmits user traffic between said subscriber side ATM-over-DSL interfaces and said network-side TDM interface.

30. A system according to claim 29, comprising a plurality of TDM communications interfaces including said network side TDM interface and further including subscriber side TDM interfaces,

further comprising a TDM routing function which routes TDM traffic among the interfaces in said plurality of TDM communications interfaces.

31. A system according to claim 30, wherein said TDM routing function multiplexes and demultiplexes traffic between said network side TDM interface on one hand and said subscriber side TDM interfaces on the other hand.

32. A system according to claim 31, wherein said ATM routing function multiplexes and demultiplexes traffic between said network side ATM interface on one hand and said subscriber side ATM-over-DSL interfaces on the other hand.

33. A system according to claim 29, wherein said ATM routing function multiplexes and demultiplexes traffic between said network side ATM interface on one hand and said subscriber side ATM-over-DSL interfaces on the other hand.

34. A system according to claim 29, wherein said gateway function further performs loop functions through said network side TDM interface on behalf of a device coupled to said system through one of said subscriber side ATM-over-DSL interfaces.

35. A system according to claim 29, wherein said gateway function comprises:

encapsulation means for encapsulating downstream TDM user traffic arriving from said network side TDM interface into ATM cells and for transmitting said ATM cells toward one of said ATM-over-DSL subscriber side interfaces via said ATM routing function; and

extraction means for extracting TDM user traffic from ATM cells arriving from one of said subscriber side ATM-over-DSL interfaces via said ATM routing function and for transmitting said extracted TDM user traffic toward said network side TDM interface.

36. A system according to claim 35, comprising a plurality of TDM communications interfaces including said network side TDM interface and further including subscriber side TDM interfaces,

further comprising a TDM routing function which routes TDM traffic among the interfaces in said plurality of TDM communications interfaces,

and wherein said extraction means for extracting TDM user traffic and for transmitting said extracted TDM user traffic toward said network side TDM interface transmits said extracted TDM user traffic toward said network side TDM interface via said TDM routing function.

37. An access network system comprising:

a plurality of TDM communications interfaces including subscriber side TDM interfaces and a network side TDM interface;

a subscriber side ATM-over-DSL interface;

a TDM routing function which routes traffic among the interfaces in said plurality of TDM communications interfaces; and

a gateway function which transmits user traffic between said subscriber side ATM-over-DSL interface and said network-side TDM interface.

38. A system according to claim 37, wherein said TDM routing function multiplexes and demultiplexes traffic between said network side TDM interface on one hand and said subscriber side TDM interfaces on the other hand.

39. A system according to claim 37, wherein said gateway function further performs loop functions through said network side TDM interface on behalf of a device coupled to said system through said subscriber side ATM-over-DSL interface.

40. A system according to claim 37, wherein said gateway function comprises:
encapsulation means for encapsulating downstream TDM user traffic arriving from said network side TDM interface into ATM cells and for transmitting said ATM cells toward said ATM-over-DSL subscriber side interface; and

extraction means for extracting TDM user traffic from ATM cells arriving from said subscriber side ATM-over-DSL interface and for transmitting said extracted TDM user traffic toward said network side TDM interface.

41. A system according to claim 40, wherein said extraction means for extracting TDM user traffic and for transmitting said extracted TDM user traffic toward said network side TDM interface transmits said extracted TDM user traffic toward said network side TDM interface via said TDM routing function.

3. Detailed Description of Invention

BACKGROUND

1. Field of the Invention

The invention is related to the field of telecommunications, and more particularly to a technique for providing loop emulation services or voice over packet or cell transports such as ATM-over-DSL service.

2. References

The following documents are all incorporated herein by reference in their entirety:

Nattkemper et. al., "Distributed Telecommunications Switching System and Method," U.S. Patent No. 5,953,318

Stevenson, "Method and Apparatus for Placing Time Division Multiplexed Telephony Traffic into an Asynchronous Transfer Mode Format," U.S. Patent No. 5,889,773

ATM Forum, "ATM User-Network Interface Specification Version 3.1," (September, 1994) ("UNI 3.1")

ATM Forum, "ATM User-Network Interface (UNI) Signaling Specification Version 4.0," (July 1996) ("UNI 4.0")

ATM Forum, "Utopia Level 2, Version 1.0, af-phy-0039.000" (June 1995) ("Utopia Specification")

International Telecommunication Union (ITU), "Broadband Integrated Services Digital Network (B-ISDN) - Digital Subscribers Signaling System No. 2 (DSS 2) - User-Network Interface (UNI) Layer 3 Specification for Basic Call/Connection Control," ITU-T recommendation Q.2931 (February 1995) ("Q.2931")

ITU, "ISDN User-network Interface Layer 3 Specification for Basic Call Control," Recommendation Q.931 (05/98) ("Q.931")

ITU, "B-ISDN ATM Adaptation Layer specification: Type 2 AAL," ITU-T Recommendation I.363.2 (1997) (I.363.2)

ITU, "Segmentation and Reassembly Service Specific Convergence Sublayer for the AAL type 2," ITU-T Recommendation I.366.1 (1998) (I.366.1)

ITU, "AAL Type 2 Service Specific Convergence Sublayer for Trunking", ITU-T Recommendation I.366.2, 02/99

ITU, "Packet-based multimedia communications systems," ITU-T Recommendation H.323 (02/98)

ITU, "Packet-based multimedia communications systems Annex D: Real-time facsimile over H.323 systems," Annex D to ITU-T Recommendation H.323 (09/98)

ATM Forum, "ATM Trunking Using AAL2 for Narrowband Services," AF-VTOA-0113.000 (2/99) (the "VTOA" specification)

ADSL Forum, "Recommended Interoperability Implementation Agreement for BLES", CopperCom and Alcatel, 99-204, August, 1999.

ATM Forum, "Loop emulation service and new profile definition for voice over AAL2", Alcatel USA, 99-0392, July, 1999 (the "99-0392 profile")

ATM Forum, "LAN Emulation Over ATM Version 1.0," (January 1995); ATM Forum, "LAN Emulation Client Management Specification Version 1.0" (September 1995); ATM Forum, "LAN Emulation Over ATM Version 1.0 Addendum" (December, 1995); and ATM Forum, "LAN Emulation Servers Management Specification 1.0" (March 1996) (LANE-4) (All collectively referred to herein as LANE specification)

Telecordia, GR-303-CORE Issue 2, "IDLC Generic Requirements, Objectives, and Interface", December 1998 and the associated Issues List Report: GR-303-ILR Issue 2A, December 1998;

Telecordia, GR-303-IMD, IDLC System Generic Operations Interface (formerly TR-TSY-000303 Supplement 3), Issue 1, December 1998; Telecordia, GR-2833-CORE Issue 3, Revision 2, "Generic Operations Interfaces Using OSI Tools: Information Model for IDLC and FITL Systems", and the associated Issues List Report: GR-2833-ILR Issue 3C, December 1998; and Telecordia, GR-2905-CORE, Issue 2, October 1997, Revision 1, "Generic Requirements for EML Applications for Management of IDLC Systems", and the associated Issues List Report: GR-2905-ILR Issue 2B, December 1998 (All referred to herein collectively as GR-303 Specification)

Telecordia, "Digital Interface Between the SLC-96(r) Digital Loop Carrier System and a Local Digital Switch," Document No. TR-TSY-000008 Issue 2, Aug 1987 (TR-08 Specification)

3. Description of Related Art

In the public switched telephone network (PSTN), narrowband (NB) traffic is carried over time domain multiplexed (TDM) links. The PSTN utilizes cross-connect switching systems at telephone company facilities, and digital loop carriers (DLCs) to provide analog or TDM subscriber drops to individual customers. Narrowband services are defined herein to include all TDM services up to a T1 data rate, as well as analog telephony. They include plain old telephone service (POTS), integrated services digital network (ISDN), and T1 services, among others.

The Asynchronous Transfer Mode (ATM) network is a network of digital switches which carry and route traffic which has been packaged into individual "ATM cells". ATM is defined in a number of specifications published by the ATM Forum, including UNI 3.1 and UNI 4.0. The term "ATM," as used herein, refers to a network protocol that conforms to these documents in all relevant respects, whether or not it also conforms to more recent or other specifications as well. In an ATM network, each cell contains addressing information which enables the ATM switches to route incoming cells to the next node toward their proper destination. Digital Subscriber Line Access Multiplexers (DSLAMs) are used to provide individual subscriber

connections to the ATM network. ATM services are usually used to provide broadband (BB) services to individual customers. In the access loop, ATM is typically carried over an ADSL physical layer on a twisted copper pair.

Recently, there has been interest in providing narrowband loop emulation services, or voice, over an ATM interface. Such services can provide narrowband lines, sometimes called "derived lines," at the customer premises without requiring additional twisted pairs. "Derived line" service typically utilizes an already existing ATM over ADSL access loop infrastructure to provide additional narrowband services to the customer.

Fig. 1 is a block diagram of pertinent parts of a prior art network architecture which uses a standalone gateway to provide loop emulation services at a customer premises. At the customer premises, a data network 110 is connected to a data port of an ADSL termination unit (ATU-R) 112, also called an Integrated Access Device (IAD). The data network carries data encapsulated in packets, for example IP packets, typically over an Ethernet. In the upstream direction, the ATU-R 112 extracts the IP packets from Ethernet frames, re-encapsulates them into ATM cells and transports them over the ADSL link 118 to a digital subscriber line access multiplexer (DSLAM) 114 in a service provider's Central Office (CO) 133. The reverse process occurs in the downstream direction. As used herein, IP packets and ATM cells are both examples of "packets". Optionally, a splitter 116 can be inserted within the ATM-over-ADSL link 118 at the customer premises, and a corresponding splitter 119 at the central office 133, to allow conventional analog POTS signals to be carried over the same twisted pair 118 to the location of DSLAM 114 where they are split off and provided to a line unit of a Class 5 switch 129. DSLAM 114 carries the IP-over-ATM traffic onto the ATM network 120, where it can be

routed to other DSLAMs 122 and/or internet service providers (ISPs) 124. Obviously, the overall architecture can also include conventional POTS service at the same customer premises, connecting to the Class 5 switch 129 via separate analog and TDM links and equipment not shown. The use of the ATM network 120 to carry IP-over-ATM data between or among two or more data networks is typically accomplished according to the local area network emulation (LANE) specifications incorporated above. In addition, whereas the implementation shown in Fig. 1 uses an ADSL (*A*symmetric Digital Subscriber Line) link connected between the ATU-R and the DSLAM 114, other types of Digital Subscriber Line (DSL) links can be used instead. At the central office, the ADSL link 118 is terminated typically by an ADSL Terminations Unit - Central Office (ATU-C) card in the DSLAM 114.

In order to provide derived line service, the ATU-R 112 is modified to provide one or more narrowband POTS ports 128. The ATU-R 112 digitizes the POTS signals from ports 128 and encapsulates them into ATM cells, which it then merges with the IP-over-ATM cells created from the data network 110. Thus the stream of ATM cells carried over the ATM-over-ADSL link 118 includes both conventional data-carrying ATM cells as well as ATM cells carrying TDM voice traffic. ATM cells carrying TDM traffic, however, are carried within a virtual circuit (VC) that terminates at a standalone gateway 130. DSLAM 114 routes all of the ATM cells arriving from ATM-over-ADSL link 114 into the ATM network 120, which eventually routes those cells carrying TDM traffic to the gateway 130. The gateway 130 extracts the TDM information from its incoming ATM cells and converts them back to TDM format for transmission, for example over a GR-303 link 132, to a second Class 5 switch 126. In the reverse direction, TDM traffic from the switch 126 arrives at the gateway 130, where it is encapsulated into ATM cells and

transmitted to the ATM network 120. The ATM network 120 routes the cells to the proper DSLAM 114, which routes them further onto the ATM-over-ADSL link 118 to an ATU-R 112. The ATU-R 112 extracts the TDM data from these ATM cells and forwards it to derived line port 128.

Since there is no direct analog connection between a derived line POTS port at the customer premises and the TDM switch 126 on the far side of the gateway 130, ordinary POTS signaling behaviors, such as on- and off-hook, will not have their desired effect. Therefore, in order to complete the loop emulation service provided by gateway 130, the ATU-R 112 detects such behaviors, encodes them into special signaling ATM cells and transmits them to the gateway. The gateway then decodes the signaling ATM cells and signals the Class 5 switch on behalf of the derived POTS line. Any downstream signaling is transported in a corresponding manner.

Typical specifications for encapsulation and extraction of both the TDM voiceband signals as well as POTS signaling information are described in the above-incorporated VTOA specification and ITU-T Recommendations I.363.2 and I.366.2. ATM cells conforming to these specifications in all relevant respects, whether or not they also conform to other specifications as well, are referred to herein as AAL Type 2 ATM cells or merely AAL-2 or AAL2 cells. As used herein, "user traffic" refers to traffic carrying content (voice, data, etc.) to or from users, whereas "signaling or management traffic" refers to traffic carrying signaling content and other content for operating the communications network.

The gateway 130 is a standalone unit, residing behind the ATM network in a separate central office, and supporting multiple DSLAMs. In other configurations the gateway 130 can

reside behind only one DSLAM and be located in the local service provider's central office 133, in which case the gateway 130 can connect to the local Class 5 switch 129 instead of requiring a separate Class 5 switch 126. In either configuration the gateway 130 is a separate unit, separate from the various ATM and PSTN switches and access multiplexers. As a standalone unit the gateway 130 needs to be managed as a separate network element, for a wide variety of purposes including fault detection, protection switching and repair, configuration and provisioning, performance monitoring, security, connectivity and accounting. This can create difficulties since standalone gateways are typically not manufactured by the same companies that manufacture other network equipment that the service provider may need to manage, and the controllers that manage such gateways therefore may not integrate well with those that manage all the other equipment in the central office. As shown in Fig. 1, therefore, the gateway 130 is managed by one element management system (EMS) 131, whereas the DSLAM 114 is managed by another, different, EMS 123. A standalone gateway also needs to be managed as a separate communications node in both the ATM and TDM networks, for establishing required interconnections for network traffic. This too can present problems because provisioning of telephony will require coordination between the gateway Class 5 switch assignments and separate derived POTS lines assignment. In addition, maintenance procedures will also need circuit traceability between multiple network elements. Test and turn-up processes to test derived POTS lines will furthermore require coordination with multiple network elements, since the standalone gateway typically has no telephony test access points. Still further, there are no currently existing element managers which support derived line network elements from multiple

vendors. Thus the need to mix and match DLCs and standalone gateways will require special testing for compatibility of the management function for each element.

A standalone gateway also represents an additional point of potential failure for network reliability purposes. Moreover, as a standalone unit the gateway 130 occupies valuable central office floor space and has its own added power and cooling requirements. It requires its own separate battery backup system as well, which can be a significant added cost. Still further, because the gateway 130 is a standalone unit, it can be uneconomical to install one for only a small number of derived POTS lines.

Accordingly, while existing TDM-ATM gateways are valuable in providing derived line service and thereby greatly increasing the value to subscribers of DSL service, they do so only at great cost which may not be justified by the added revenue that a service provider might receive by providing derived line service. It would be extremely desirable to find a way to provide derived line service on DSL lines at a much reduced cost, without needing to install a standalone gateway unit.

SUMMARY OF THE INVENTION

According to the invention, roughly described, a TDM-ATM gateway that performs loop functions on behalf of one or more narrowband derived lines is incorporated into the same equipment that performs routing of network traffic. The routing can involve switching or multiplexing or both, and it can consist of ATM cell routing or TDM traffic routing or both. In the preferred embodiment, the gateway is incorporated into equipment that routes both TDM traffic and ATM traffic, such as an Alcatel USA Litespan terminal. In this case the TDM port

of the gateway is multiplexed with other TDM subscriber traffic onto a network side TDM interface and the ATM port of the gateway acts as the ATM termination point for one or more virtual circuits from one or more subscriber remote ATM termination units.

By integrating a TDM-ATM gateway with other network equipment that also performs ATM and/or TDM traffic routing, it is no longer necessary to manage the gateway as a separate network element. Instead, it can be managed as merely a component or sub-component of the routing equipment. Nor, in some embodiments, does an integrated gateway represent an additional point of potential failure, since in such embodiments the gateway is integrated onto a controller card that is already part of a protection group, and that is already the smallest replaceable component in the event of failure. Nor does an integrated gateway occupy any additional central office floor space, nor does it add significantly to the power and cooling requirements of the existing equipment. Moreover, because most of the fixed costs incurred to support an integrated gateway are already incurred due to the host network equipment, a service provider can economically choose to roll out derived line service gradually, with only a small number of lines supported initially, and/or can transition from PSTN-transported TDM service to ATM-transported TDM service also as gradually as desired.

The invention will be described with respect to specific embodiments thereof, and reference will be made to the drawings.

Fig. 11 is a block diagram of gateway network architecture that can be used to implement loop emulation services. All of the customer premises equipment can be the same as that shown in Fig. 1. However, instead of providing the gateway function in a centralized unit behind the ATM network, the gateway function is provided locally, at the DSLAM, before cells are provided to the ATM network 120. A TDM access multiplexer such as a digital loop carrier (DLC) is integrated together in the same unit as the DSLAM, and the gateway function operates between these two functions. Basically, therefore, the gateway function is integrated in a combined DLC/DSLAM node.

In particular in Fig. 11, the DLC and DSLAM exist together in a single Litespan ADSL system described, for example, in the above-incorporated Nattkemper, et al. patent. As shown in Fig. 11, the ATM-over-ADSL link 118 is connected to the combined DLC/DSLAM 1110, which has been modified to include its own gateway function 1112. The gateway function 1112 is integrated into the DLC/DSLAM access node 1114. In the access node 1114, subscriber ATM cells carrying TDM data are routed to the gateway 1112, which extracts the TDM data and transmits it, for example via a GR-303 or TR-08 link, to the local Class 5 switch 129 located in the same CO 1133 that houses the access node 1114. No connection to a second Class 5 switch such as 126 (Fig. 1) is required. In the reverse direction, TDM traffic from the Class 5 switch 129 destined for derived line 128 arrives at the gateway 1112, which encapsulates it into ATM cells and transmits it, via the DLC/DSLAM 1110, onto the proper ATM-over-ADSL subscriber link 118. The DLC/DSLAM continues to route conventional ATM cells back and forth between the ATM network 120 and the ATM subscriber DSL link 118. The gateway 1112 and the ATUR 112 perform standard AAL-2 encapsulation and signaling, using standard profiles, in order to encapsulate loop traffic and signaling in ATM cells.

As used herein, "switching" refers to the conveyance of traffic from one of a plurality of interfaces to a selectable one of another of a plurality of interfaces. The set of input interfaces can be the same as, completely distinct from, or partially overlapping with, the set of output interfaces. A "switch" typically incorporates or makes reference to a database indicating a mapping of input channels to output channels. For ATM switches, the database indicates, among other things, which ATM output interface is to be used for forwarding incoming cells having a particular ATM destination address. For TDM switches, the database indicates, among other

things, which TDM output interface, and which time slot on that TDM output interface, should be used for forwarding incoming data in each time slot of an incoming TDM interface.

Also as used herein, "multiplexing" refers to the merging of data from a number of input interfaces of a lower bit rate, onto a smaller number of output interfaces having a higher bit rate. "Demultiplexing" refers to the opposite process. Typically telephony traffic multiplexers multiplex data from N incoming interfaces onto one outgoing interface having N-times the data rate of the input interface. Telephony multiplexers may or may not also perform switching, and telephony switches may or may not also perform multiplexing.

Also as used herein, "routing" is an umbrella term which includes switching, multiplexing, or both.

Fig. 3 is a block diagram illustrating one implementation of integrated gateway loop emulation services, which takes advantage of the integration between TDM and ATM processing in the Litespan ADSL system. The Litespan ADSL system includes a Litespan central office terminal (COT) 310 located in a service provider's central office 312, and a plurality of remote terminals (RTs) 314 and 316, at remote locations outside the central office 312. Each Litespan terminal 310, 314 and 316 which participates in the loop emulation service includes at least one Litespan ADSL channel bank (CBA). A Litespan ADSL channel bank includes 0 or more narrowband line units and one or more ADSL line units (ADLUs), all of which communicate over a backplane with an ADSL bank control unit (ABCU). The ABCU performs both TDM time slot interchange (TSI) functions, as well as ATM access multiplexing for the ADLUs in the channel bank containing the ABCU. Each terminal is a separate unit and is managed as a separate network node, but both TDM and ATM access multiplexing functions are integrated together

in the node. According to the embodiment illustrated in Fig. 3, a separate gateway function is incorporated onto each of the ABCUs in each of the Litespan ADSL channel banks in each of the terminals in the Litespan system. Alternatively, another embodiment can provide a gateway function on only one ABCU per Litespan terminal in the overall Litespan system. Fig. 4 shows yet another embodiment, which includes only a single gateway function for the entire Litespan system. In the illustration of Fig. 4, the required gateway function is located on an ABCU in the COT, and the gateway functions on ABCUs within remote terminals are optional.

The gateway functions illustrated in the embodiments of Figs. 3 and 4 are viewed from the core ATM network 120 and the ATM switch fabric in Litespan system merely as addressable ATM nodes. Thus, in the general case, any of the gateway functions in the Litespan system can perform gateway services for subscribers connected to any other ATM port from which that gateway function is reachable. For example, Fig. 3 illustrates a separate DSLAM 318, which does not itself provide any native TDM routing, connected across the ATM network 120 to the Litespan system of Fig. 3. Such an arrangement permits any of the gateway functions 320, 322 or 324 to provide derived line service to any subscriber connected via an ATM link to the DSLAM 318, in the same manner that stand-alone gateway 130 in Fig. 1 provides derived line service for ATM-over-ADSL customers connected to any of the DSLAMs 114 and 122. The DSLAM 318 in Fig. 3 is shown located at the same central office 312 as the Litespan COT 310, but in another embodiment, DSLAM 318 can be located physically elsewhere.

In Fig. 4, the DSLAM 318 connects directly to an ATM port of the Litespan COT 310 (e.g., continuing the Litespan ADSL daisy-chain), rather than connecting through the ATM network 120.

Fig. 5 illustrates other aspects of an implementation of the invention in a Litespan ADSL terminal. The terminal includes a common control unit 510, a Litespan ADSL channel bank (CBA) 512, and a TSI (Time Slot Interchange) cable 514 interconnecting them. The Litespan common control unit 510 includes a TSI card 516, a terminal control processor (TCP) 518, and a database (DB) 520. The Litespan CBA 512 includes an ADSL Line Unit (ADLU) 522 connected across the backplane to the ABCU 524. The ADLU 522 provides the ATM-over-ADSL drop 118. The gateway function 526 is integrated onto the ABCU card 524. TDM traffic on the network side of the ABCU 524 is connected via the TSI cable 514 and the Litespan common control 510 to the TDM network 133, whereas ATM traffic on the network side of the ABCU 524 is connected to the ATM network 120. It can be seen that a derived voice VC 528 is created between a TDM port 128 at the customer's premises and the gateway function 526, which provides the gateway to the TDM network 133 via the TSI cable 514 and common control 510. It can be seen also that another derived voice VC 530 is provided between the customer premises equipment (CPE) and the gateway function 526 via the separate DSLAM 318 and, optionally, through the ATM network 120.

Fig. 5 also points out that ADSL is not the only physical layer protocol over which derived-line ATM cells can be carried. For example, the Litespan CBA 512 also includes an HDSL line unit (HDLU) 532, which provides an HDSL2 port carrying ATM cells back and forth to other downstream equipment, such as a further ATM multiplexer and/or customer premises equipment 534.

Fig. 5 also illustrates that a conventional analog POTS port is not the only type of user port that can be used in derived line service. In Fig. 5, an IP H.323 telephone 536 is connected

to a personal computer (PC) 538, which is connected to the ATU-R 112 via IP data network 110. The IP H.323 telephone 536 conforms to the ITU-T H.323 recommendations incorporated above. The ATU-R 112 converts IP H.323 data to ATM AAL2 derived POTS line cells, and visa versa. In the embodiment of Fig. 5, the gateway function 526 can enable derived line service via the IP H.323 telephone 536. In other embodiments, derived lines can be supported via PC speakers and microphones connected to the PC 538, or RJ11 jacks for normal telephone sets. This can be accomplished with an internal network interface card, or via software in the PC. In yet another embodiment, certain kinds of IP base telephones can be connected directly to the data network 110 without a PC 538, in which case the H.323 telephone digitizes the analog signal and transports it over IP-over-Ethernet to the ATU-R 112, which extracts the voice signal and re-encapsulates it into ATM AAL2 cells for transmission toward the gateway 526. The opposite functions are performed in the downstream direction.

Fig. 6 illustrates the Litespan CBA 512 of Fig. 5, and illustrates a conventional voice path 610 and a conventional data path 612 through the CBA 512. Fig. 6 also points out some specific functions performed by the Litespan. In particular, the ATM switching fabric 616 on the ABCU 524, in addition to routing TDM-over-ATM cells from the derived voice path 614 to the gateway 526, also routes TDM-over-ATM VCs from the ATM network to the gateway 526 and from further chained ABCU's or DSLAMs to the gateway 526. The gateway 526 terminates the TDM-over-ATM VCs and extracts the TDM data. The gateway 526 then places the TDM data into an appropriate 64kbps time slot or slots on the SBI (Subscriber Bus Interface) bus 620. The gateway 526 also performs echo cancellation and compression/decompression of cells with silence and 64kbps voice. Furthermore, any POTS signaling which had been encoded into AAL-2

cells are converted into out-of-band (OOB) ABCD signaling over the SBI 620 toward the Litespan common control 510 via a dedicated TCP messaging channel 624. In this manner, the gateway 526 performs TDM signaling toward the common control on behalf of the customer premises equipment connected to the derived POTS port.

The TSI map function 622 is the same TSI map function as previously existed in the ABCU prior to integration of gateway 526. It maps time slots on the TSI cable 514 both to time slots on the conventional SBI bus 610 on the CBA backplane, as well as to time slots on the SBI buses 620 connected to the TDM side of gateway 526. In addition, the database 520 in the Litespan common control 510 (Fig. 5) is expanded to permit provisioning of virtual POTS ports or other virtual TDM services provided by the derived line feature.

Figs. 7 and 8 compare implementation of the invention on a Litespan-2000 terminal to implementation on a Litespan-2012 terminal. Fig. 7 illustrates an implementation on a Litespan-2012 terminal. In a Litespan-2012 terminal, the common control unit 710 can include an STS interface 712. Thus, the derived voice path 714 is carried over the TSI cable only once for each direction of traffic flow. Fig. 8 illustrates an implementation on a Litespan-2000 terminal. In a Litespan-2000 terminal, the common control unit 810 does not include an interface to the TDM network. Rather, the connection to the TDM network takes place via a DS1 card 812 in the Litespan CBA 814. In this case, the derived voice path 816 makes a round trip across the TSI cable 818 for each direction of traffic flow.

As mentioned, for the loop emulation services described herein, TDM traffic is encapsulated into ATM cells using standard AAL-2 encapsulation. The AAL-2 standard defines multiple "profiles" for carrying voice in different encoding schemes, such as PCM-64, ADPCM-

32 and ADPCM-40, and the 99-0392 profile incorporated above, for example. Use of such standard profiles or other profiles not currently part of the AAL-2 standard are all envisioned within the scope of the invention.

Standard AAL-2 service specific convergence sublayer (SSCS) signaling, preferably using channel associated signaling (CAS) as the default for narrowband, is used as the signaling scheme between the CPE and the gateway. This is based on 8-byte signaling PDUs that are carried in-band with the voice information in their respective voice channels. The signaling PDUs carry the in-band ABCD signaling bits for POTS. Nevertheless, if both ends of the interface support common channel signaling (CCS), then the signaling described in ITU-T Recommendation Q.931 above, can be used for narrowband signaling.

Fig. 9 illustrates the communication protocols used between the CPE 910 and the Class 5 switch 129 to support the derived line 528 illustrated in Fig. 5. Referring to Fig. 9, the telephone or other CPE 910 at the customer premises communicates the analog signals to the ATU-R 112. ATU-R 112 converts the analog signals to a pulse code modulation (PCM) form, and then encapsulates the PCM data into AAL-2-over-ATM cells. It then transmits the ATM cells using the ADSL physical layer protocol to the ADLU 522 in the Litespan CBA 512. The ADLU 522 extracts the ATM cells and transmits them via the CBA 512 backplane SBI bus upstream to the ABCU 524, which examines the ATM cells and determines from the VCI in such cells that they should be routed to the gateway function 526. The gateway function 526 extracts the PCM voice samples from the AAL-2 ATM cells and transmits them upstream on the Litespan SBI bus and TSI cable 514 to the TSI card 516 in the Litespan common control 510. The TSI card 516, either via an STS interface in the common control 510 (see Fig. 7) or via a DS1 interface in the

CBA 512 (see Fig. 8), forwards the voice samples up to the Class 5 switch 129. The reverse set of protocol conversions is performed in the downstream direction.

The ATU-R 112 and the ABCU gateway 526 are provisioned such that the ATM AAL-2 cells are transmitted between the two units using an ATM permanent virtual circuit (PVC). In another embodiment, the communication between these two end points can occur via a switched virtual circuit (SVC), as described in ITU specification Q.2931. Also, whereas the CPE illustrated in Figs. 5 and 9 consists of an analog telephone 910, communicating via an analog electrical signal with ATU-R 112, it will be appreciated that in another embodiment, the port on the ATU-R 112 can instead support purely digital Nx64kbps communication with the CPE 910. In this case, the user traffic carried on the derived "voice" line 528 can be circuit mode data services and no conversion to PCM in the ATU-R 112 is required. In yet another embodiment, the user traffic consists of frame mode data services which are communicated to the ATU-R 112 in digital form, and the ATU-R 112 encapsulates the frame mode data into ATM AAL-2 cells using the AAL-2 data service specific convergence sublayer (SSCS) as described in ITU Recommendation I.366.1.

Returning again to the derived line 128 in Fig. 5, it will be appreciated that unlike conventional POTS service, there is no direct analog electrical connection between the CPE 910 at the customer premises and the Litespan CBA 512. Thus, well known POTS signaling behavior, such as lifting a handset off hook to start a call, replacing it on hook at the end of a call, and so on, need to be transmitted between the endpoints of the derived line using a different method. In the present embodiment, the ATU-R 112 and the gateway function 526 encode this information in special signaling ATM cells fully in accordance with ITU-T recommendation

I.366.2 incorporated above. Narrowband calls consisting of audio, voice, voiceband data, and circuit mode data, are all encapsulated in accordance with I.366.2. For a conventional POTS circuit, subscriber signaling is performed toward the Litespan common control on the Litespan SBI bus by the conventional POTS narrowband line unit in the CBA on behalf of the CPE. In the opposite direction, the POTS line unit provides appropriate analog signaling toward the CPE in response to signaling codes received from the Litespan common control. In the derived lines embodiment of Fig. 5, it is the gateway function 526 which performs signaling on the Litespan SBI toward the common control 510 on behalf of the CPE 910, and it is the ATU-R 112 which performs analog signaling toward the CPE 910 on behalf of downstream signals received from the common control 510. The signaling cells conveyed between the gateway 526 and the ATU-R 112 carry not only control signaling, but also signaling for the purpose of minimizing bandwidth utilization on the DSL line 118 wherever possible.

All of the packet formats and procedures for encoding the different information streams for narrowband voice, voiceband data and circuit mode data transmissions are described in detail in ITU-T recommendation I.366.2 and will not be repeated here. In brief summary, however, the transmitting end of the TDM-over-ATM path performs at least the following functions, all described in I.366.2:

- a) Encoding of audio samples into a sequence of bits.
- b) Selection of audio encoding algorithm based on the characteristics of a call and resource conditions, e.g. congestion indications.
- c) Silence compression by voice activity detection and the discontinuous transmission of silence insertion descriptors.
- d) Pass-through of circuit mode data as one 8 kHz octet stream per time slot.

- e) Extraction of data frames and the removal of flags, bit stuffing, and CRC, if relevant.
- f) Detection and preferential treatment of facsimile and modem traffic, e.g. higher-fidelity encoding.
- g) Extraction of dialed digit codes from multifrequency tones.
- h) Extraction of channel associated signaling bits and analysis of their transitions.
- i) Demodulation of facsimile into baseband bits for page control and image data.
- j) Detection of alarms.
- k) Synchronized transfer of processed signals to the SSCS.
- l) Requests and responses of user state control operations.

In addition, in different embodiments, the transmitting end can also perform one or more of the following functions, all described in detail in I.366.2:

- a) Insertion of encoded audio bits into a packet structure.
- b) Indication of the algorithm used through fields of the packet header (e.g. UUI codepoint and length indicator) or packet payload.
- c) Insertion of SID bits and indication of the SID used, just like any audio algorithm.
- d) Insertion of octet streams into a packet structure based on time slots.
- e) Segmentation, with error protection, of data frames into a sequence of packets.
- f) Insertion of encoded bits for voiceband data and indication of the algorithm used, just like any other audio.
- g) Insertion of dialed digit codes into a distinguished packet structure.
- h) Insertion of channel associated signaling bit transitions into a distinguished packet structure.
- i) Insertion of facsimile baseband bits into packet structures distinguished for this purpose.
- j) Insertion of alarms into a distinguished packet structure.

- k) Sequence numbering of packets to assist isochronous reconstruction of information streams at the receiver.
- l) Generation of user state control messages.

The receiving end of the TDM-over-ATM path performs the following functions, all described in detail in I.366.2:

- a) Identification of incoming packet types, determined by fields of the packet header or packet payload.
- b) Buffering of time-sensitive packets to reduce delay variation (build-out for dejittering).
- c) Attention to sequence numbers in the timely release of packet contents to the User, e.g. discard of late packets.
- d) Extraction of algorithm identification and encoded audio bits from packet structure.
- e) Indication of any unrecoverable gaps in the bit stream.
- f) Extraction of octet streams from a packet structure based on time slots.
- g) Reassembly, with error detection, of data frames from a sequence of packets.
- h) Extraction of dialed digits codes.
- i) Extraction of channel associated signaling bit transitions.
- j) Extraction of facsimile baseband bits.
- k) Extraction of alarms.
- l) Interpretation of user state control messages.

The receiving end can also perform one or more of the following functions as well, all described in detail in I.366.2

- a) Recognition of the encodings applied to an information stream.
- b) Removal of any delay variation introduced by User decoding.

- c) Synchronized transfer of encoded information from the SSCS.
- d) Decoding of audio bits into a sequence of audio samples, including comfort noise generation as directed by silence insertion descriptors.
- e) Attempting to mask the error perceptually if expected audio bits are missing.
- f) Regeneration of circuit mode data as one 8 kHz octet stream per time slot.
- g) Regeneration of data frames and the restoration of flags, bit stuffing, and CRC, if relevant.
- h) Regeneration of multifrequency tones from the dialed digit codes.
- i) Regeneration of channel associated signaling from the bit transitions.
- j) Remodulation of facsimile from the baseband bits.
- k) Interpretation of alarms.
- l) Indications and confirms of user state control operations.

The ATM AAL-2 specifications permit the sender and receiver to choose any of several possible options on the user plane, the control plane and in the management plane. On the user plane, the gateway 526 and ATU-R 112 preferably implement ATM Forum predefined profile 7, specifying an AAL-2 cell carrying 33 bytes of 64kbps μ -law PCM and ADPCM-32 as the default voice CODEC profiles. In addition, the gateway 526 and the ATU-R 112 also implement an extensible means of negotiating other voice CODEC implementations as well. Furthermore, the CPE is designed preferably so that the default means of clock synchronization between the CPE and the Litespan is an adaptive clocking algorithm based upon the receipt of downstream voice cells from the Litespan. On the control plane, the gateway function 526 and the ATU-R 112 each preferably support Channel Associated Signaling (CAS) as a default. Preferably, each also supports Common Channel Signaling (CCS), and includes a detection mechanism to

determine whether the other supports enhanced CCS capabilities. The CAS ABCD signaling bits are incorporated into an AAL2 Type-3 (UI=24) packets with a specific predefined value in the header field.

On the management plane, the gateway function 526 and ATU-R 112 preferably implement a Loop Start default service type. If a POTS port on the ATU-R 112 is out of service or otherwise unprovisioned, then the Litespan merely rejects call initiation from the ATU-R 112 on that channel (i.e., denies dialtone). Otherwise, voice services for the CPE 910 are managed by the Class 5 switch 129 through the TR-08, GR-303, or V.52 interface with the Litespan.

Fig. 14 illustrates symbolically the messaging flow for conventional POTS service from a Litespan. The CPE 1410 is connected via an analog link to the POTS line unit 1412, which communicates signaling information with the TCP 1414 in the Litespan, Common Control 1428 via a subscriber bus data link (SBDL) that is associated with the particular card slot containing the POTS line unit 1412. Messages are transported on the SBDL from the POTS line unit 1412, along a backplane bus to the ABCU 1416, up the TSI cable 1418 to a TSI card 1422 in the common control 1428 and on to the TCP 1414 where the messages are terminated. The reverse path is used for downstream signaling methods. For signaling messages to the Class 5 switch 1420, standard TR-08 or GR-303 signaling is provided from the TCP 1414, back down the TSI card 1422, down the TSI cable 1418, and down to the ABCU 1416. The ABCU 1416 routes the signaling messages in TDM form across the CBA 1424 backplane to a DS1 card 1426, which further routes them out to the Class 5 switch 1420. Downstream signaling flows from the Class 5 switch 1420 to the TCP 1414 follow the same path in reverse.

The data and signaling format on the TSI cable 1418, both between the POTS line unit 1412 and the TCP 1414, and between the TCP 1414 and the Class 5 Switch, are described in the above-incorporated U.S. Patent No. 5,889,773 and in the above-incorporated TR-08 and GR-303 specifications, and therefore will not be repeated here. Briefly, however, it is noted that narrowband traffic within the Litespan terminal is carried in 1-millisecond superframes each having eight 125-microsecond frames to permit the transport of bit oriented signaling associated with standard telephony traffic. Each frame has a subscriber bus interface (SBI) format comprising a 32-byte timeslot data stream, each timeslot byte having a 16-bit interleaved data format such that two separate bit interleaved data streams are supported by SBI format. The odd bit positions of the 16-bit interleaved data format carry the actual transported narrowband data (both in-band and out-of-band), and the even bit positions are not used on the TSI cable. On the CBA 1424 backplane, the odd bit positions can be used to carry upstream ADSL data. The SBI format carries internal system communication, and the user information with out-of-band bit oriented signaling for twenty-four DS-0 signals or one VT1.5 signal.

The 32-byte timeslot data stream of the SBI format is divided into overhead channels of a reserved byte R, bit oriented signaling bytes SIG, internal datalink bytes SRQ (Service Request), a framing byte, and data channels of digital signal level zero signal (DS0) channel bytes 01-24. The twenty-four DS0 data channel bytes, when carrying audio, are carried in a pulse code modulated format. They are distributed across the 125-microsecond frame in sets of three channels in order to evenly distribute the overhead channels across the 125-microsecond frame and permit minimal buffering for conversion to digital signal level one (DS1) signals. The data for the DS0 channel bytes, when carrying audio, are placed in the SBI format in an inverted

standard μ -law format in order to provide quiet pulse code modulation when a POTS line card is removed or loses power. Bit oriented signaling bytes SIG transport the standard AB or ABCD signaling used on T1 systems to support 4-state and 16-state signaling modes as well as the unique signaling mode described in the Bellcore TR-08 specification incorporated above. Datalink bytes SRQ and SBDL provide a communication capability with TCP 1414. A unique byte value is transported in the R and SRQ bytes of the eighth frame of a superframe in order to identify a boundary for each superframe.

Fig. 15 illustrates the messaging flows that take place for derived line loop emulation service in a Litespan terminal. Referring to Fig. 15, the messaging channel 1512 between the ATU-R 1514 and the TCP 1516 in the Litespan common control 1518 is as follows. Signaling information is encapsulated into AAL2 ATM cells as previously described for transport between the ATU-R 1514 and the gateway 1520 in the ABCU 1522 of a Litespan CBA 1524. The ATM cells are transported on the ADSL link 1526 between the ATU-R 1514 and the ADLU 1518, and then on the CBA backplane bus to the ABCU 1522 in the CBA 1524. The ATM path is terminated at the gateway 1520, but the messaging path then continues via a common ABCU SBI/SBDL control channel up the TSI cable 1418 to the TCP 1516. The signaling between the TCP 1516 and the Class 5 switch 1528 is unchanged. Downstream signaling flow follows the same paths in reverse.

Fig. 16 is a simplified ladder diagram illustrating conventional TR-08 call origination flow using the structure of Fig. 14. At time 1610, when a customer takes the telephone 1410 off hook, electrical circuit completion is detected by the POTS line unit card 1412, which then transmits the off-hook message via out of band Litespan signaling, and via TCP 1414 to the DS1

card 1426, which then transmits an off-hook signal state to the Class 5 switch 1420. At time 1612, the Class 5 switch 1420, in response to the off-hook signal from the Litespan, transmits a dialtone back to the DS1 card 1426. The DS1 1426 passes the dialtone back to the line card 1412, which passes it on to the phone 1410. At time 1614, the customer dials digits on the telephone 1410, which are transmitted all the way up to the Class 5 switch 1420. End-to-end call establishment then takes place between the Class 5 switch 1420 and telephone 1410 at time 1616. Finally, at the conclusion of the conversation, the customer hangs up the telephone 1410 (time 1618). An electrical open circuit is detected by the POTS line unit card 1412, which transmits the on-hook signaling via Litespan out of band messaging to the DS1 card 1426, which finally transmits the on-hook signal up to the Class 5 switch 1420. The on-hook and off-hook signaling from the DS1 card to the Class 5 switch is in band signaling. The TCP 1414 does not intervene at all in the messaging between the Class 5 switch and the telephone 1410, except to provide proper time slot mappings from the POTS card 1412 to the DS1 card 1426.

Fig. 17 is a simplified ladder diagram illustrating call origination from a POTS telephone 1510 using the derived lines structure of Fig. 15. In step 1710, the customer takes the telephone 1510 handset off hook. In step 1712, the ATU-R 1514 detects the off-hook condition and signals it to the gateway 1520 via AAL2 ATM packets as previously described. The gateway 1520 terminates the ATM path and forwards the off-hook signaling to the Litespan TCP 1516 via the ABCU SBDL as previously described (Step 1714). In Step 1716, the gateway 1520 also originates an off-hook message via Litespan out-of-band A/B signaling, through the TCP 1516, to the DS1 card 1530. The DS1 card 1530 responds as in step 1610 (Fig. 16) to signal off-hook, via in-band signaling, to the Class 5 switch 1528. While the Class 5 switch 1528 is processing

the off-hook signal, the ATU-R 1514 is providing silence to the telephone 1510 (Step 1718). Also, in Step 1720, the Litespan TCP 1516 is assigning a TSI time slot for this call and transmitting the assignment to the gateway 1520. When the time slot assignment message is received by gateway 1520, it so signals the ATU-R via AAL2 signaling (Step 1722) and AAL2 voice packets between the ATU-R 1514 and Gateway 1520 can begin.

Eventually, in Step 1724, the Class 5 switch 1528 sends a connect message back to the Litespan TCP 1516 via the DS1 card 1530, and sends an in-band dial tone from the Class 5 switch 1528 all the way to the telephone 1510 (Step 1726). AB signaling supervision then takes place between the Class 5 switch 1528 and the telephone 1510 (Step 1728). Dialed digits and voice data are then transmitted between the telephone 1510 and the Class 5 switch 1528 in the manner previously described (Step 1730).

Fig. 18 is a simplified ladder diagram illustrating conventional call origination in the structure of Fig. 14, using a GR-303 interface to the Class 5 switch 1420. At time 1810, the telephone 1410 goes off hook. The POTS line card 1412 detects this condition and sends an off-hook SBDL message to the Litespan TCP 1414, which then sends a channel set-up request message to the Class 5 switch 1420 via the interface group (IG) Time slot Management Channel (TMC). At time 1812, the Class 5 switch 1420 transmits an IG TMC set-up acknowledgment message back via the DS1 card 1426 to the TCP 1414, indicating a DS0 assignment for the new call. The Class 5 switch at time 1814 also sends a connect message to the Litespan TCP 1414. The TCP 1414 cross-connects the DS0 of POTS card 1412 to the Class 5 DS1 time slot as assigned by the Class 5 switch. At time 1816, the Class 5 switch transmits a dialtone. The TCP connection is established and ABCD path supervision takes place between the DS1 card 1426

and the POTS line unit card 1412. The telephone 1410 transmits dialed digits in-band all the way to the Class 5 switch, the end-to-end call is established, and eventually at time 1822 the customer replaces the handset on hook at the telephone 1410. The POTS line unit 1412 transmits the on-hook indication to the TCP 1414 via the SBDL time slot of the POTS card 1412. The TCP 1414 then releases the communication path and changes the POTS line to idle call state. It also signals the DS1 card 1426 to signal the on-hook condition to the Class 5 switch 1420.

Fig. 19 is a simplified ladder diagram illustrating call origination in the derived lines structure of Fig. 15, where the interface between the Litespan and the Class 5 switch 1528 is a GR-303 interface. In step 1910, the customer takes the phone 1510 off hook. In Step 1912, the ATU-R 1514 detects the off-hook condition and so signals the gateway 1520 via A/B signaling over AAL2 cells as previously described. In Step 1914, the gateway 1520 further transmits the off-hook to the Litespan TCP 1516 via the ABCU's SBDL as in Fig. 17. Meanwhile, the ATU-R 1514 transmits silence (Step 1916) to the telephone 1510. In Step 1918, the Litespan TCP 1516 sends a channel set-up request via the SBDL to the DS1 card 1530, which then forwards it via the TMC messaging DS0 to the Class 5 switch 1528 (Steps 1918 and 1920). The Class 5 switch 1528 responds with the TMC set-up acknowledgment message and the connect message (Steps 1922 and 1924). Without waiting for these messages, however, the Litespan TCP 1516 provides its own time slot assignment to the gateway 1520 (Step 1926). A time slot connected message is transmitted from the gateway 1520 to the ATU-R 1514 in Step 1928, and AAL2 voice packet transmission begins between the ATU-R 1514 and the gateway 1520. After the connect message is received by the Litespan TCP 1516 (Step 1924), in-band dial tone is transmitted from the Class 5 switch 1528 all the way to the telephone 1510 (Step 1930), AB signaling supervision takes

place (Step 1932) and dialed digits and voice data are transmitted between the telephone 1510 and the Class 5 switch 1528 (Step 1934). Eventually, the customer replaces the handset on hook (Step 1936).

The hardware and software with which a Litespan terminal implements the gateway functions described herein will now be described. The great majority of the relevant functions and hardware units are described in great detail in Nattkemper, et al. U.S. Patent No. 5,953,318, incorporated above, and that description will not be repeated here. Instead, only certain modifications to that system are described herein.

Fig. 2 is a block diagram of pertinent aspects of a Litespan CBA 2010. It includes an ATM bank control unit (ABCU) card 22 and a plurality of asynchronous digital subscriber line (ADSL) line cards 24. While ADSL line cards 24 are described herein with respect to the asynchronous digital subscriber line protocol, ADSL line cards 24 may be instead implemented with other appropriate transmission protocols. In general downstream operation, Litespan CBA 2010 receives ATM cells at the ATM switching fabric 25. ATM switch fabric 25 routes ATM cells between loop (ADSL) ports, network ports and upchain and downchain ports. The ADSL ports are located on the ADSL line cards 24. Each such card includes a bus interface 27 to extract the ATM cell and provide it to a transceiver 28 where the ATM cell is placed into the appropriate ADSL transmission format for transmission to a remote unit (not shown in Fig. 2). The remote unit processes the ADSL transmission received from ADSL line card 24 through a transceiver, physical layer unit, segmentation and resegmentation unit or other appropriate device and a user interface, for transmission to an end user.

ABCU card 22 also may receive downstream TDM traffic over the TSI cable 34 from TDM switch 13 through a switching device such as DLC system 15. ABCU card 22 includes a time slot assigner (TSA) 35 (also sometimes referred to herein as a TSI Mapping unit) that places the TDM traffic into the SBI format. The TDM traffic in the SBI format is provided to an SBI selector 36 and sent to the appropriate ADSL line card 24 for transmission to the end user.

In the upstream direction, ADSL line card 24 receives an ADSL or narrowband transmission from a remote unit and places the transmission into an appropriate ATM or TDM traffic stream at bus interface 27. The ATM and TDM traffic streams are transferred to a corresponding SBI selector 36 in order to provide the TDM traffic to time slot assignment 35 and the ATM traffic to ATM switch fabric 25.

The ABCU 22 also includes the gateway function 2014. The gateway 2014 has an ATM interface 2016, a TDM interface 2018, and an interface 2020 to a gateway controller 2022. The ATM interface 2016 of the gateway 2014 interfaces with the ATM switch fabric 25 in the same manner that any of the bus interfaces 26 and SBI selectors 36 interface with the ATM switch fabric 25. The TDM interface 2018 of the gateway 2014 interfaces with the narrowband TSA 35 in the same manner that the narrowband TSA 35 interfaces with any the SBI selectors 36. The gateway 2014 sets mappings for the derived line service matching the VCs connected between the gateway ATM interface 2016 and any of the ATU-Rs (not shown in Fig. 2), on the one hand, to TDM switch assignments for the TSA 35 and TDM switch 13, on the other hand. The software running in gateway controller 2022 establishes such mapping in response to the switching/provisioning commands from the Litespan common control. For GR-303 interfaces

to the TDM switch 13, the Litespan common control software assigns GR-303 CRVs to SBI channels.

The ABCU gateway 2014 in Fig. 2 firmware supports the AAL2 encapsulation and voice processing based on standard profiles with DSP chips for a number of (e.g. 256) simultaneous connections per gateway. The Gateway 2014 also performs network echo cancellation and switched access to compression and echo cancellation for all derived line connections. The gateway 2014 and the ATU-R furthermore support fax-tone recognition and dynamic switch to 64 KBPS via CPE direction, with reserved access back at any time during a call. Silence compression in both directions is also supported. The gateway 2014 also recognizes upstream CAS digit messages for dialpulse and touchtone CPE signaling as well as GR-303/TR-08 in band tone regeneration.

The ATM interface 2016 is divided in half, one for each direction. Each half interface meets the Utopia interface specification described in the Utopia Specification incorporated above, with the following characteristics: Utopia Level 2; 16 Bit data exchange (16 bits in and 16 bits out); 32.768MHz clock; MultiPHY, 1 address assigned to the Gateway 2014; Polled, with 1 Transmit Cell Available and 1 Receive Cell Available; and Two transfer clocks (one in and one out); It also uses a Cell level handshake, and the load is 4 PHY, 1 ATM layer.

The TDM interfaces connect the Gateway 2014 to the Litespan's TSI cables. These cables transfer TDM voice, telephony signaling and SBDL communication channels from the line unit slots in the CBA to the TSI card in the CCA. Each TSI cable carries 60 SBI streams, one to and from each line unit slot. Normally the 24 TDM voice data time slots carried on each SBI carries TDM voice samples from its assigned line unit slot. These SBIs are synchronized to the

Litespan master clock and use a frame synch pulse to indicate the start of frame. VoDSL uses unused time slots within these SBIs to exchange derived line voice samples with the CCA.

In the upstream direction the Gateway 2014 provides digitized derived line voice samples (64KHz μ -Law PCM) to an FPGA/ASIC which places the voice samples into the SBI stream. In the downstream direction the Gateway 2014 is provided with digitized voice samples (64KHz μ -Law PCM) from an FPGA/ASIC which has extracted them from the SBI stream.

The upstream TDM interface consists of multiple serial outputs that are clocked with an externally supplied synchronous clock. The serial stream is synchronized to an externally provided 125uS frame synch signal. The downstream TDM interface consists of multiple serial inputs that are clocked with an externally supplied synchronous clock. The serial stream is synchronized to the externally provided 125uS frame synch signal. The interface is symmetric: transmit and receive use the same time slot for the same voice channel.

The microprocessor physical interface, between the gateway 2014 and the gateway controller 2022, is the means by which the ABCU's microprocessor configures, tests, obtains status and exchanges messages with the Gateway 2014. Program code is downloadable into Gateway 2014 memory for execution.

Provisioning and configuration messages are sent to the Gateway 2014 from the ABCU's Microprocessor during normal operation to provision, configure, enable and disable voice connections and request status. Some of the more pertinent messages are set forth below. Greek letters are used to indicate values which are variables.

- Call provisioning messages are used to configure a particular VVC (Virtual Voice Channel)

- Number of bits used for VPI, VCI and CID for call reference β
- Call reference β uses VPI = ρ , VCI = σ and CID = τ
- Set audio profile for call β to 1 or 7 or hybrid
- Set CODEC for call β to PCM or ADPCM
- Set Echo canceler for call β to on or off
- Set initial received (upstream) ABCD signaling state for call β to ψ
- Set initial transmit (downstream) ABCD signaling state for call β to ψ
- Enable or Disable Fax/Modem tone detection and auto CODEC switch for call β
- Enable or Disable auto CODEC switch to match received CODEC for call β
- Enable or Disable downstream SID (Silence Insertion Descriptor) for call reference β
- When enabled, send SID cell for call reference β every γ milliseconds
- Call reference β uses SID value ω
- Setup call for call reference β (signaling bits indicate this call is going active)
- Tear down call reference β (signaling bits indicate this call has terminated)
- Enable or disable passing status messages from call reference β to the ABCU microprocessor

Messages are also sent from the Gateway 2014 to the ABCU's microprocessor during normal operation to provide status and report problems and in response to messages set forth above. Some of the more pertinent messages sent from the Gateway 2014 to the ABCU's microprocessor are Call status messages, such as the following.

- Call reference β is assigned to TDM time slot γ (tells the ABCU Microprocessor how to map the call to and from the Gateway 2014 from and to the SBI)

- Audio profile for call β is set to 1 or 7 or hybrid
- CODEC for call β is set to PCM or ADPCM
- Echo canceler for call β is on or off
- FAX or Modem tone has or has not been detected for call
- Current received (upstream) ABCD signaling state for call β is ψ
- Current transmit (downstream) ABCD signaling state for call β is ψ

The Gateway 2014 performs the AAL2 SAK (segmentation and re-assembly) function for both downstream and upstream messages. For downstream messages the ABCU's microprocessor passes the messages to the Gateway 2014 which formats them into an AAL2 PDUs (Protocol Data Units) and inserts them into the ATM cell stream. The ABCU's microprocessor keeps track of time and initiates those messages that must be sent at specific time intervals (such as CAS keep alive messages). Some of the more pertinent messages are as follows.

- AAL2 CAS message to transmit:
 - When downstream ABCD signaling changes, the ABCU microprocessor alerts the Gateway 2014 to send a CAS signaling cell. These cells are sent three times at 5mS intervals. The Gateway 2014 automatically generates the second and third messages and send them at 5mS spacing. The Gateway 2014 automatically generates the 5 Sec. CAS keep alive message for each of the up to 1024 provisioned channels.
- AAL2 alarm message to transmit
- AAL2 status message to transmit (includes CO-IWF <-> CP-IWF embedded operations channel (EOC)).

For upstream messages the Gateway 2014 validates the ATM header via the HEC, validates the AAL2 header via the HEC and validates the AAL2 Type 3 PDU via the CRC and

except for CAS signaling, passes the message along with the VVC to which it belongs to the ABCU's microprocessor. The ABCU's microprocessor reserves enough queue space to buffer the maximum number of messages expected from the Gateway 2014 at any one time. Some of the more pertinent messages are as follows.

- Received AAL2 CAS message
 - The Gateway 2014 maintains a table of the current signaling state of all 1024 upstream channels. The initial state for each table entry is provisioned. It alerts the ABCU microprocessor only when a CAS message signals a state change. It alerts the ABCU's microprocessor if the three redundant messages are not received, if the ABCD bits of the three redundant messages do not match and if the CAS keep alive message is not received every 5 Sec.
 - Any time the Gateway 2014 changes the state of a channels signaling bits, it passes the new signaling bits to the microprocessor so that both remain in synchronization.
 - Since the CP-IWF (customer premises interworking function, e.g. IAD) de-bounces signaling state changes before sending signaling changes to the CO-IWF, the Gateway 2014 does not have to perform this function. Instead it passes all signaling change it receives to the ABCU's microprocessor. Since signaling states change relatively slowly (a maximum of 20 pulses per second) the signaling state does not change over the 15mS period that the three redundant CAS signaling cells are sent. The Gateway 2014 performs per the following algorithm:
 - Receive the first of three CAS signaling PDUs (as indicated by the redundancy field)
 - Reset the 3 signaling changed due to first, second or third PDU flags
 - If the CRC over the Type 3 message is bad discard the message and increment error counter
 - Else If the ABCD signaling bits are different from the current state

- * Send new ABCD bits to the ABCU microprocessor and store the new ABCD bits in the Gateway 2014
 - * Set a flag indicating signaling changed due to the first CAS PDU
 - Else there was no signaling change so do nothing
 - END
- Receive the second of 3 CAS signaling PDUs (as indicated by the redundancy field)
 - If the CRC over the Type 3 message is bad discard the message and increment error counter
 - Else If the ABCD signaling bits are different from the current state
 - * set a flag indicating signaling changed due to the second CAS PDU
 - * Send new ABCD bits to the ABCU microprocessor and store the new ABCD bits in the Gateway 2014
 - Else there was no signaling change so do nothing
 - END
- Receive the third of 3 CAS signaling PDUs (as indicated by the redundancy field)
 - If the CRC over the Type 3 message is bad discard the message and increment error counter
 - Else If the ABCD signaling bits are different from the current state
 - * set a flag indicating signaling changed due to the third CAS PDU
 - * Send new ABCD bits to the ABCU microprocessor and store the new ABCD bits in the Gateway 2014

- If the flags indicating signaling changed due to two or more CAS PDUs are set
 - * Send an error message to the ABCU microprocessor and increment the "signaling changing too often" error counter
- END
- Received AAL2 alarm message
- Received AAL2 status message

Since the gateway is an endpoint of the ATM connection, it detects OAM (Operations and Maintenance) F4 and F5 loopback cells and send them to the microprocessor. It also transmits (out the ATM Utopia Interface towards the ABCU's switch fabric) OAM cells that it is given by the microprocessor.

Fig. 10 symbolically illustrates functions performed by the various components of the gateway 2014 for conversion between the ATM and TDM formats. The gateway includes a DSP unit 2110 containing n DSP (Digital Signal Processor) cores in a DSP array 2112. For conversions from ATM to TDM format, incoming AAL2 cells are routed by ATM interface logic 2111 based on the UUI field. Voice cells are routed to an appropriate one of the DSP cores in the DSP array 2112. The DSP cores process the cells as described herein, extracting PCM voiceband samples and transmitting them out the TDM interface 2018 to an SBI multiplexer 2113 via TDM interface logic 2017. The ATM interface logic 2111 routes signaling, status, alarm (AAL2 type 3) and OAM cells out of the DSP unit 2110, to gateway controller 2022. The gateway controller 2022 extracts ABCD signaling bits for each channel and transmits them to the microprocessor interface of the SBI multiplexer 2113. The SBI multiplexer 2113 multiplexes

DSOs onto the SBIs toward the individual line units 24 (Fig. 2), and inserts signaling from the gateway controller 2022. The gateway controller 2022 also programs the ATM VC/CID (call ID)-to-DSP map in the DSP unit 2110, and programs the DSP-to-SBI map in the SBI multiplexer 2113.

For conversions from TDM to ATM format, the TDM data from the TSI cable 34 is provided to SBI multiplexer 2113 which extracts signaling and maps the individual incoming DSOs to appropriate DSP cores in DSP unit 2110. Voiceband data is passed to the TDM interface 2018 of the DSP unit 2110. The TDM interface logic 2017 in DSP unit 2110 provides the voiceband data to the appropriate one of the DSP cores in DSP array 2112, which processes the TDM data as described herein. The output of the DSP core is provided to the ATM interface logic 2111 which assembles the data into AAL2 cells. The ATM interface logic 2111 maintains a DSP-to-VC/CID map in order to fill in the cell headers. The SBI multiplexer 2113 routes signaling information from the TSI cable 34 to the gateway controller 2022, which transmits any ABCD signaling bits from the common controller to the AAL2 cell assembly facility in the DSP unit 2110. The gateway controller 2022 is also responsible for programming the DSP-to-VC/CID map in the DSP unit 2110. AAL2 ATM cells carrying in-band data are multiplexed with those carrying out-of-band signaling and sent out the gateway ATM interface 2016.

Fig. 12 symbolically illustrates certain functions of gateway 2014 for upstream Derived Line transmission. The voice-over-AAL2 cells from the ADLUs 24 (Fig. 2) are provided to the ATM switch fabric 25, which routes them to the ATM interface 2016 of the gateway 2014. The gateway 2014 performs AAL2 segmentation and reassembly (SAR) of the voiceband data. The output data is converted in transcoder 2310 from ADPCM to PCM (if not already in PCM

format) and then provided to the appropriate one of q SBI queues 2314. The gateway 2014 then performs near end echo cancellation in echo canceler 2316, and provides the output to the TDM interface 2018 of the gateway 2014.

Fig. 13 illustrates the voice processing that takes place for derived line downstream transmissions in the gateway 2014. PCM data from the SBIs is provided to the gateway 2014 via the TDM interface 2018. In echo canceler 2316, near-end echo is canceled. The output is provided to transcoder 2314 which, optionally, translates the PCM data to ADPCM data. The data is then provided to the appropriate one of q SBI queues 2312 (one for each derived line supported by ABCU 22), and the outputs are provided to AAL2 segmentation and reassembly unit 2312. AAL2 SAR unit 2312 provides the ATM voice cells to the ATM switch 25 via the ATM interface 2016. The ATM switch 25 routes the voice-over-AAL2 cells to the appropriate ADLU 24 (Fig. 2).

Figs. 3, 4 and 11 illustrate symbolically an Access Management System (AMS) 98. The AMS 98 is a single element management system that manages the gateway and TDM and ATM routing functions of the combined DLC/DSLAM/gateway 114 for POTS, data and derived voice services. The AMS 98, among other things, is concerned with the information that is required to manage each network element in a Litespan system. This includes the information required to manage network element functions and the physical aspects of each network element in the Litespan system. AMS 98 also keeps track of information representing the access network, both physically and logically. In particular, it knows how each of the network element entities are related, topographically interconnected, and configured to provide and maintain end-to-end connectivity. For the purpose of managing connectivity, AMS 98 allows a user to provision

PVCs and PVPs through the Litespan system, from an ATU-R all the way to the gateway on one of the ABCUs in the Litespan system. As previously mentioned, the gateway servicing a given derived line need not be in the CBA which contains the ADLU that connects physically to the customer premises. It can be on an ABCU in another CBA in the same Litespan terminal, or it can be on a CBA in the central office terminal. AMS 98 also performs numerous additional element management and network management functions not important to an understanding of the present invention.

As used herein, a given signal, event or value is "responsive" to a predecessor signal, event or value if the predecessor signal, event or value influenced the given signal, event or value. If there is an intervening processing element, step or time period, the given signal, event or value can still be "responsive" to the predecessor signal, event or value. If the intervening processing element or step combines more than one signal, event or value, the signal output of the processing element or step is considered "responsive" to *each* of the signal, event or value inputs. If the given signal, event or value is the same as the predecessor signal, event or value, this is merely a degenerate case in which the given signal, event or value is still considered to be "responsive" to the predecessor signal, event or value. "Dependency" of a given signal, event or value upon another signal, event or value is defined similarly.

The foregoing description of preferred embodiments of the present invention has been provided for the purposes of illustration and description. It is not intended to be exhaustive or to limit the invention to the precise forms disclosed. Many modifications and variations will be apparent to practitioners skilled in this art. In particular, for example, whereas the loop emulation services described herein are provided over an ATM interface, it will be appreciated

that such services can alternatively or additionally be provided over other types of packet/cell transports as well, including but not limited to IP, IP-over-ATM, and Frame Relay (FR). In one embodiment, the integrated gateways described herein require only software/firmware re-programming to alter their function from converting between TDM and ATM transports, to converting between TDM and a different packet/cell transport. In addition to these modifications, and without limitation, any and all variations described, suggested or incorporated by reference in the Background section of this patent application are specifically incorporated by reference into the description herein of embodiments of the invention. The embodiments described herein were chosen and described in order to best explain the principles of the invention and its practical application, thereby enabling others skilled in the art to understand the invention for various embodiments and with various modifications as are suited to the particular use contemplated. It is intended that the scope of the invention be defined by the following claims and their equivalents.

4. Brief Description of Drawings

Fig. 1 symbolically illustrates a conventional network architecture.

Fig. 2 is a block diagram of pertinent portions of a Litespan CBA of Fig. 5.

Figs. 3-8 illustrate portions of a Litespan System incorporating features of the invention.

Fig. 9 is a communication protocol diagram.

Figs. 10, 12 and 13 illustrate functions performed by the gateway in Fig. 2.

Fig. 11 symbolically illustrates the network architecture of Fig. 1, modified to incorporate features of the invention.

Fig. 14 symbolically illustrates messaging flow through a conventional Litespan Terminal.

Fig. 15 symbolically illustrates messaging flow through a Litespan Terminal, modified in accordance with an aspect of the invention.

Figs. 16 and 18 are ladder diagrams illustrating call origination flow using the structures of Fig. 14, for TR-08 and GR-303 connections respectively.

Figs. 17 and 19 are ladder diagrams illustrating modifications of the ladder diagrams of Figs. 16 and 18, respectively, for implementing aspects of the invention.

Fig. 1

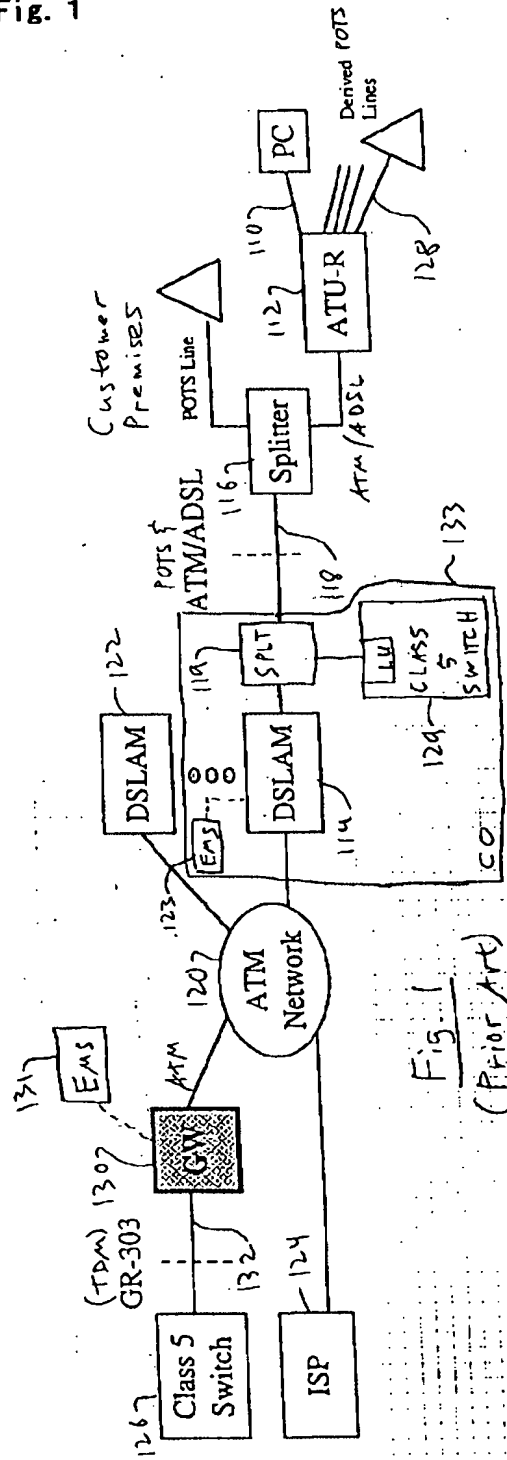


Fig. 3

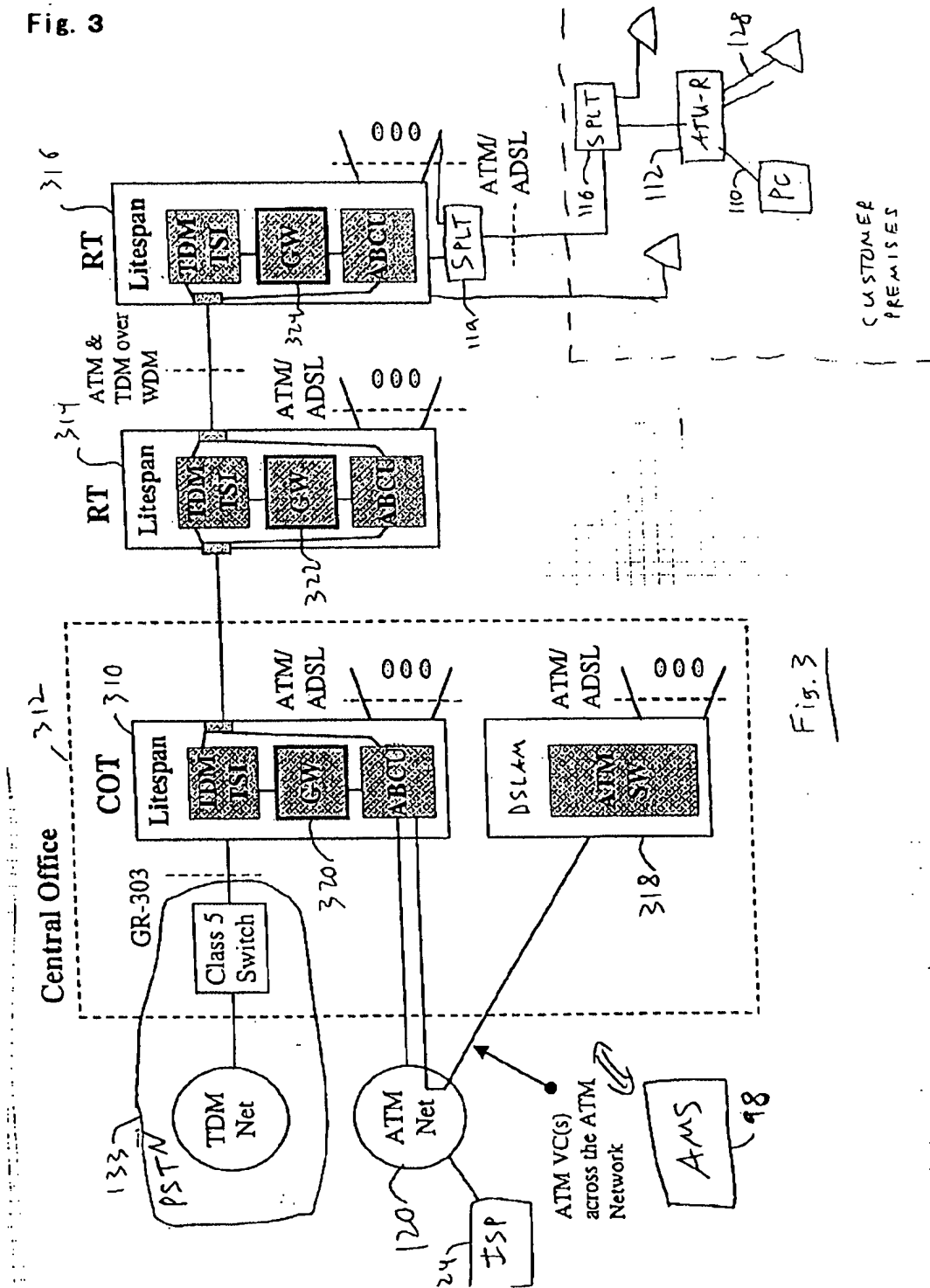


Fig. 3

Fig. 4

GW in RTs is optional based on
network configuration and scale

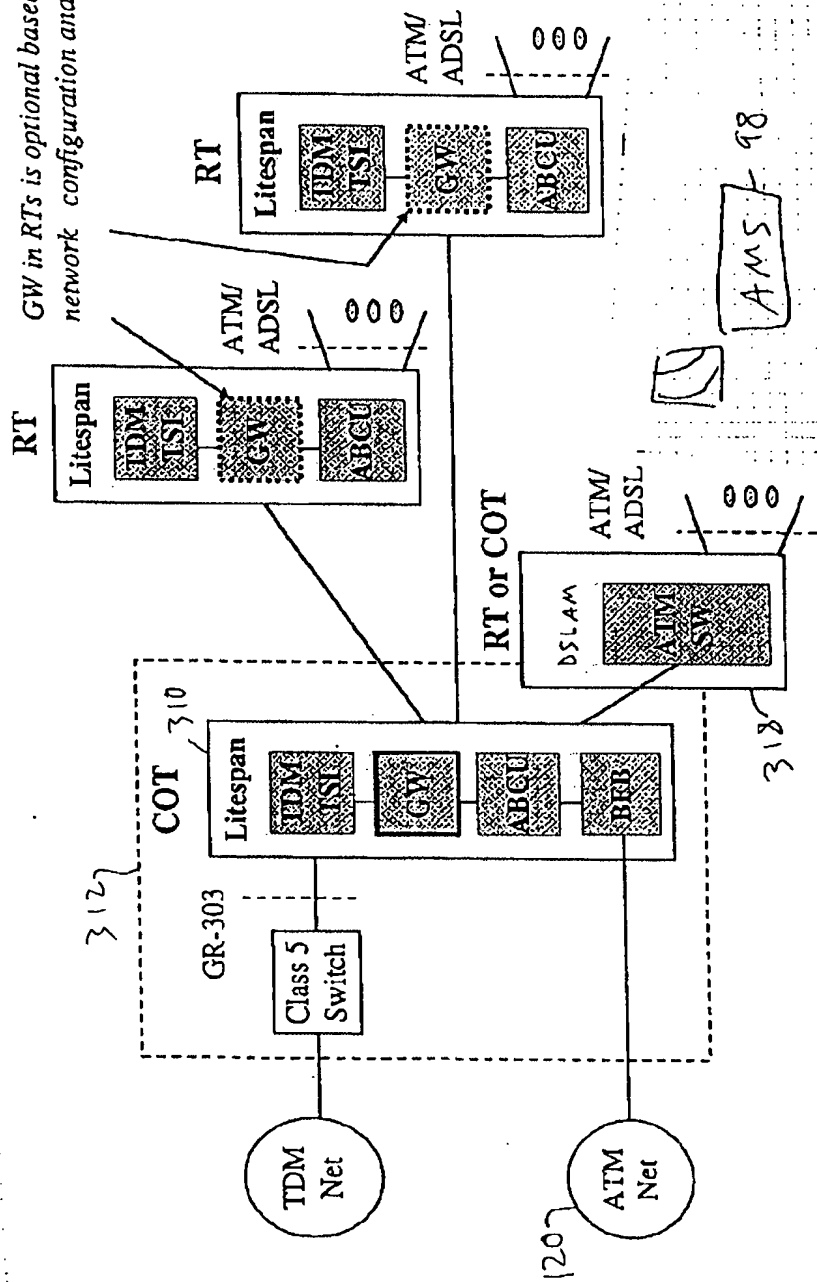


Fig. 4

Fig. 5

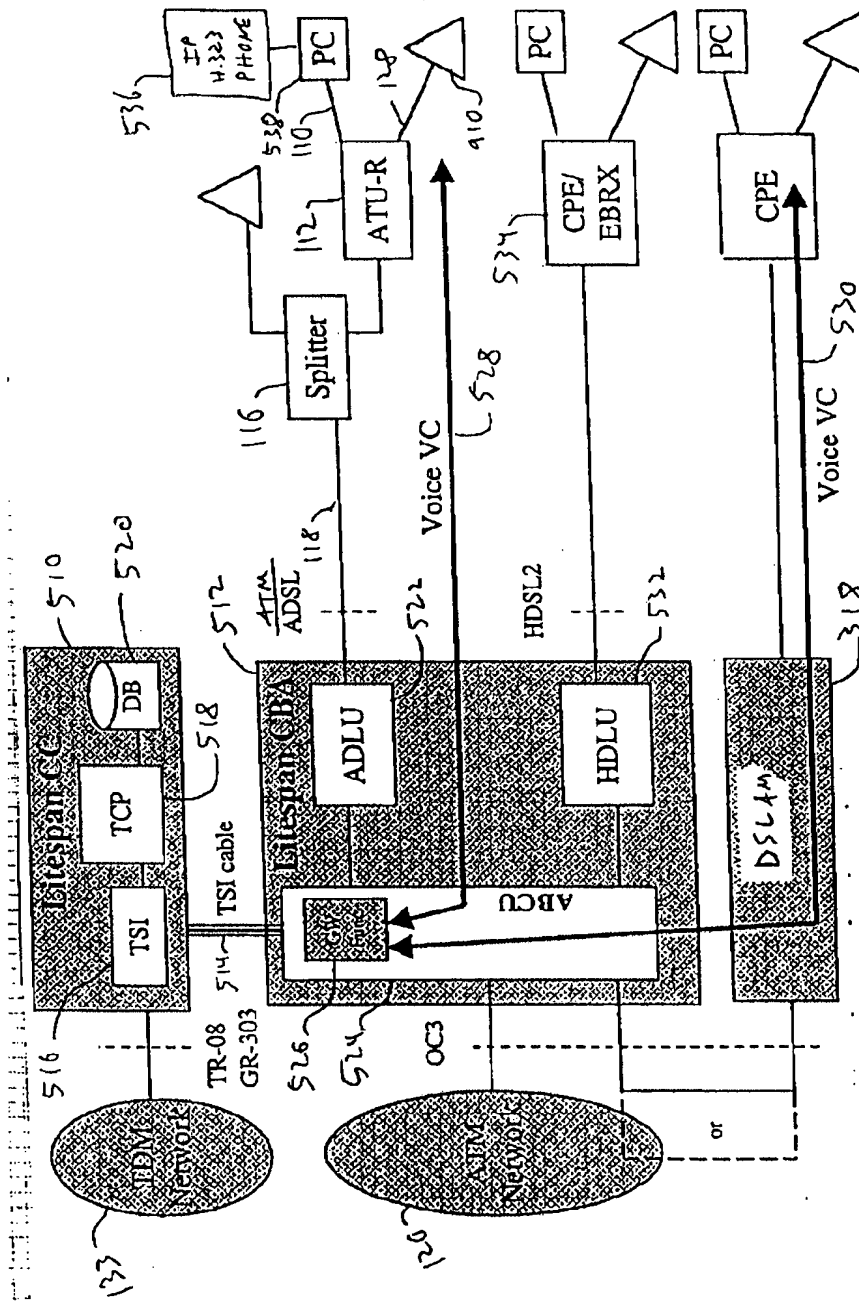


Fig. 5

Fig. 6

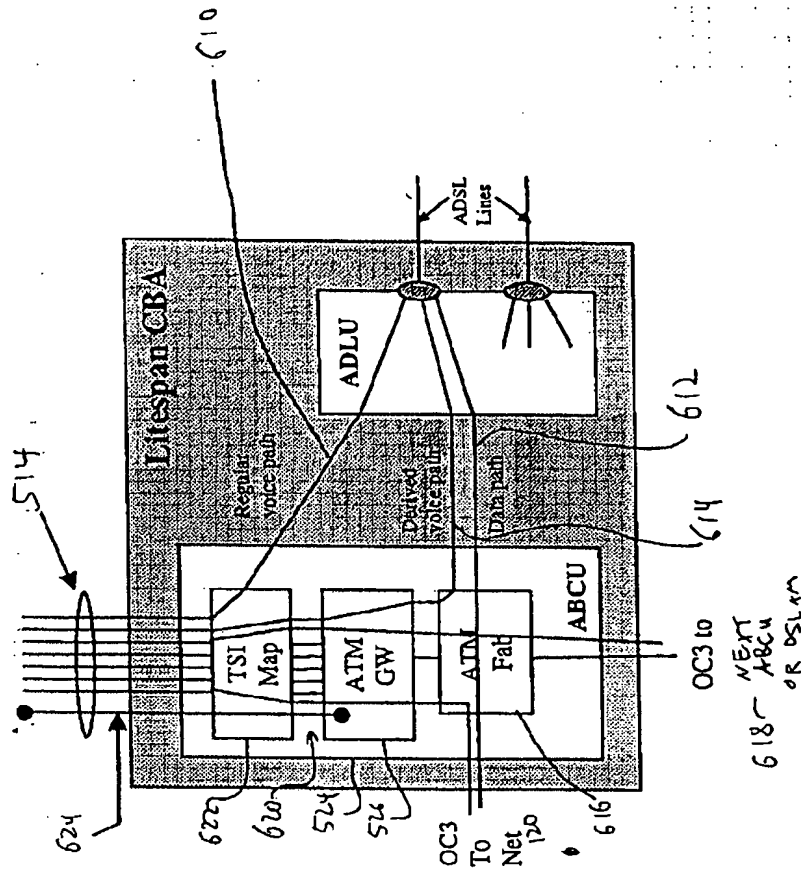


Fig. 6

Fig. 7

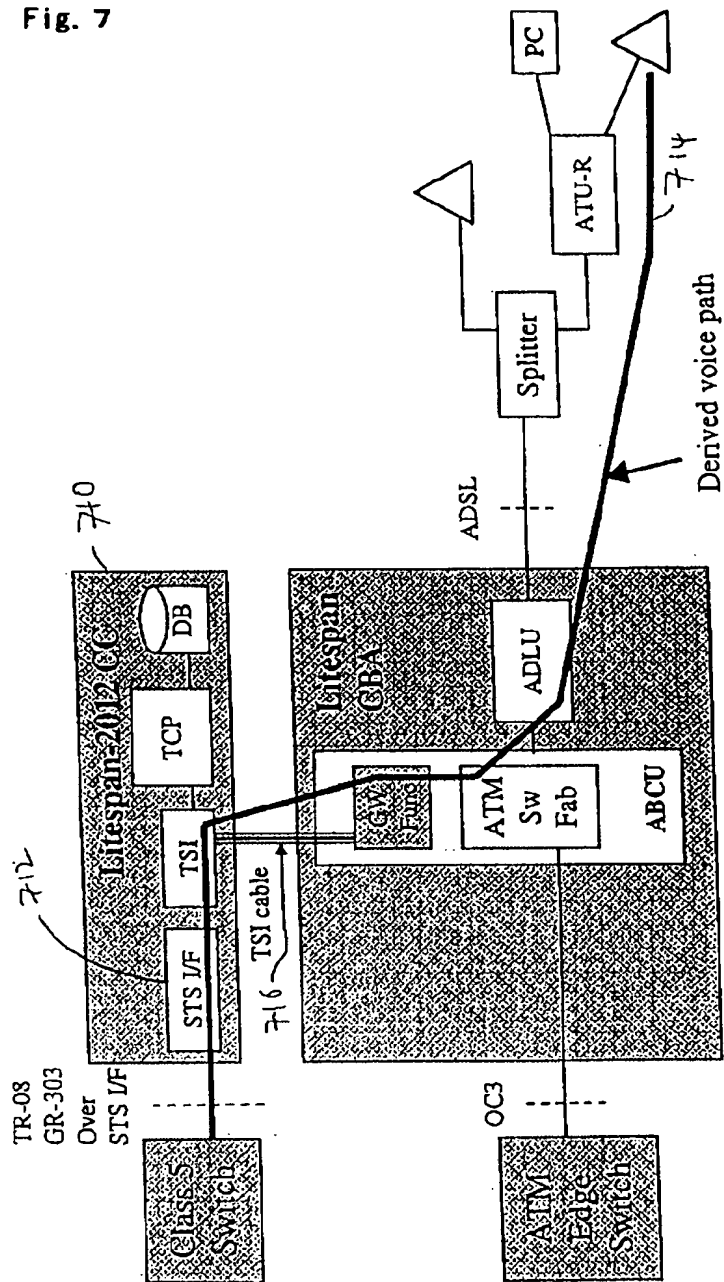


Fig. 7

Fig. 8

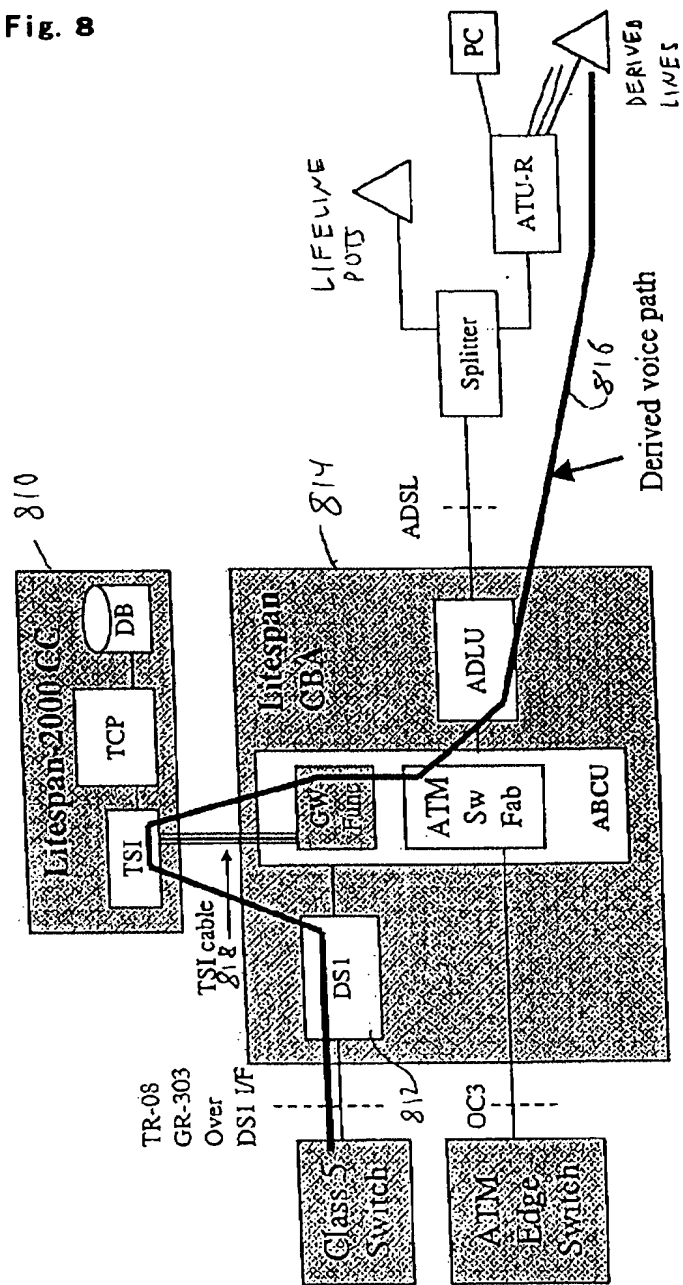


Fig. 8

Fig. 9

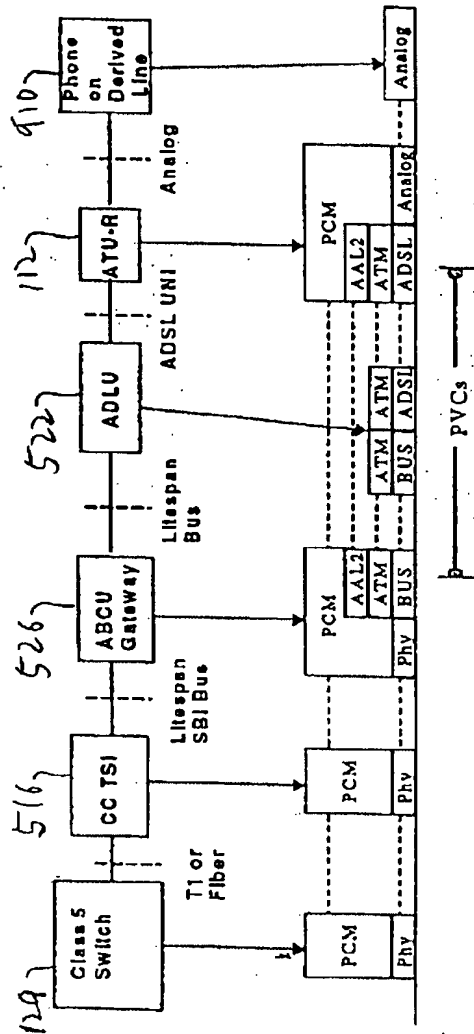


Fig. 9

Fig. 10

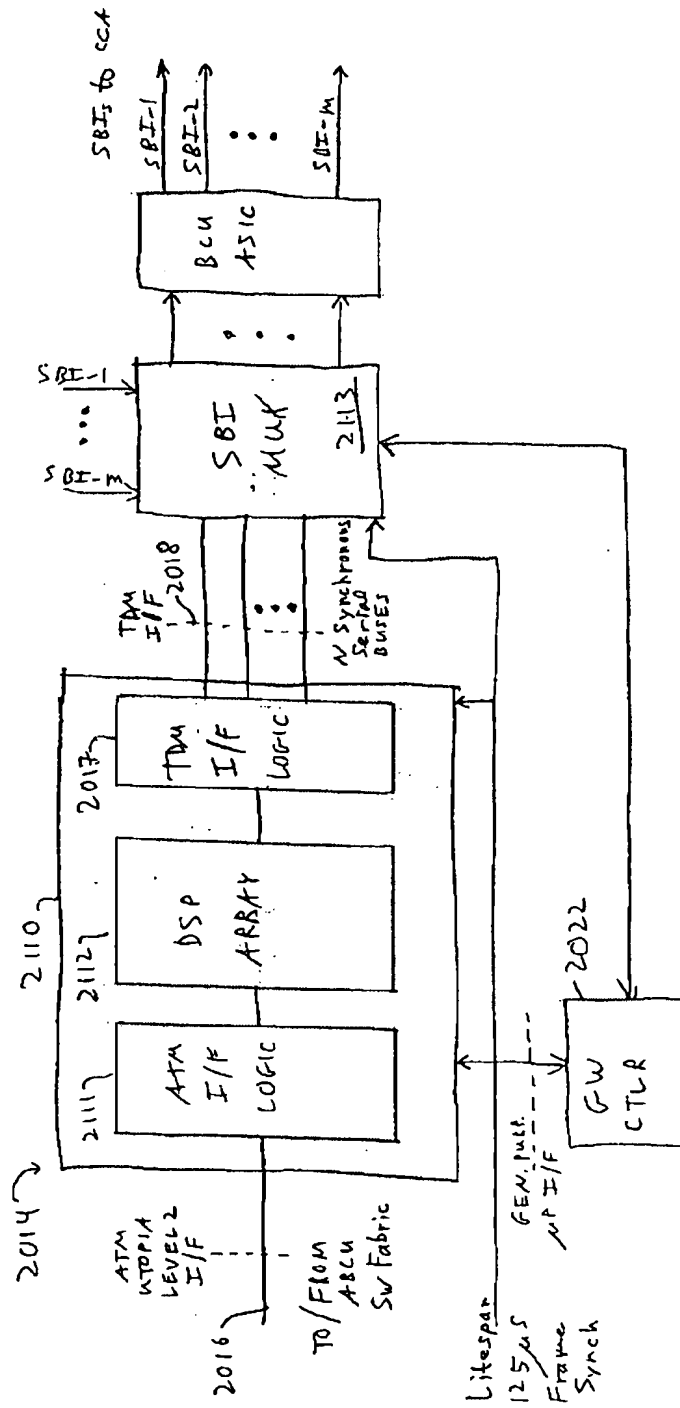


Fig. 10

Fig. 11

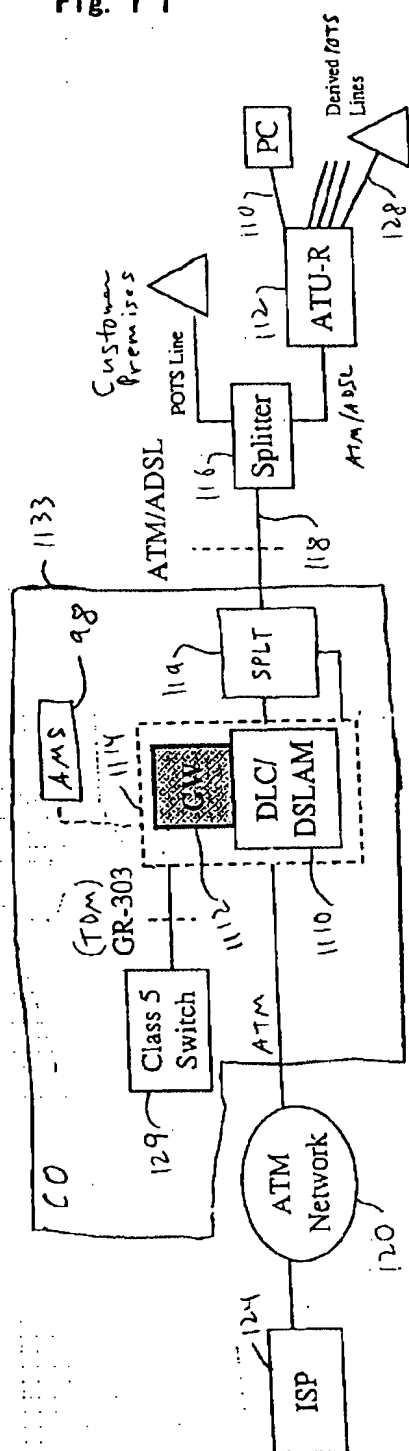


Fig. 11

Fig. 12

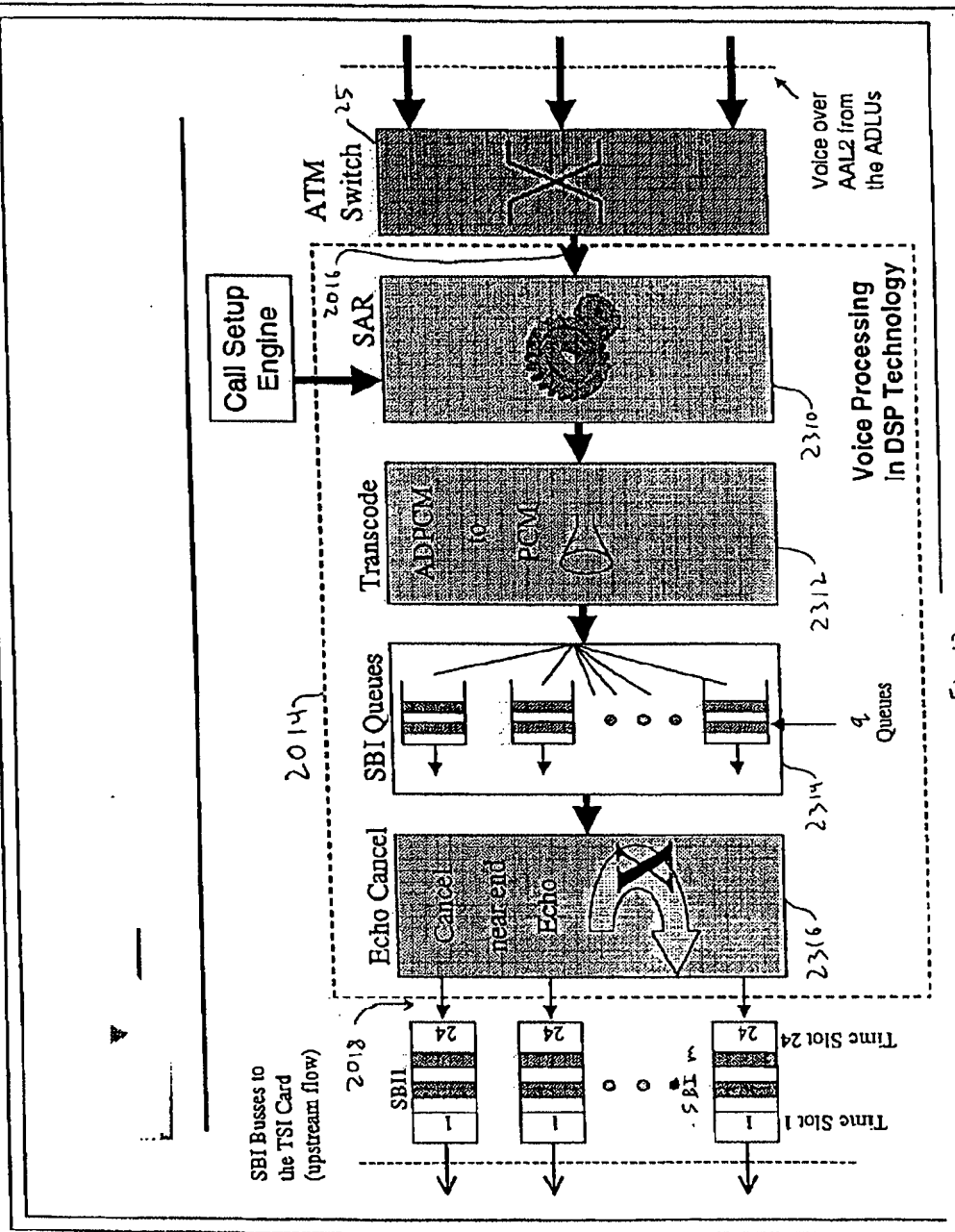


Fig. 12

Fig. 13

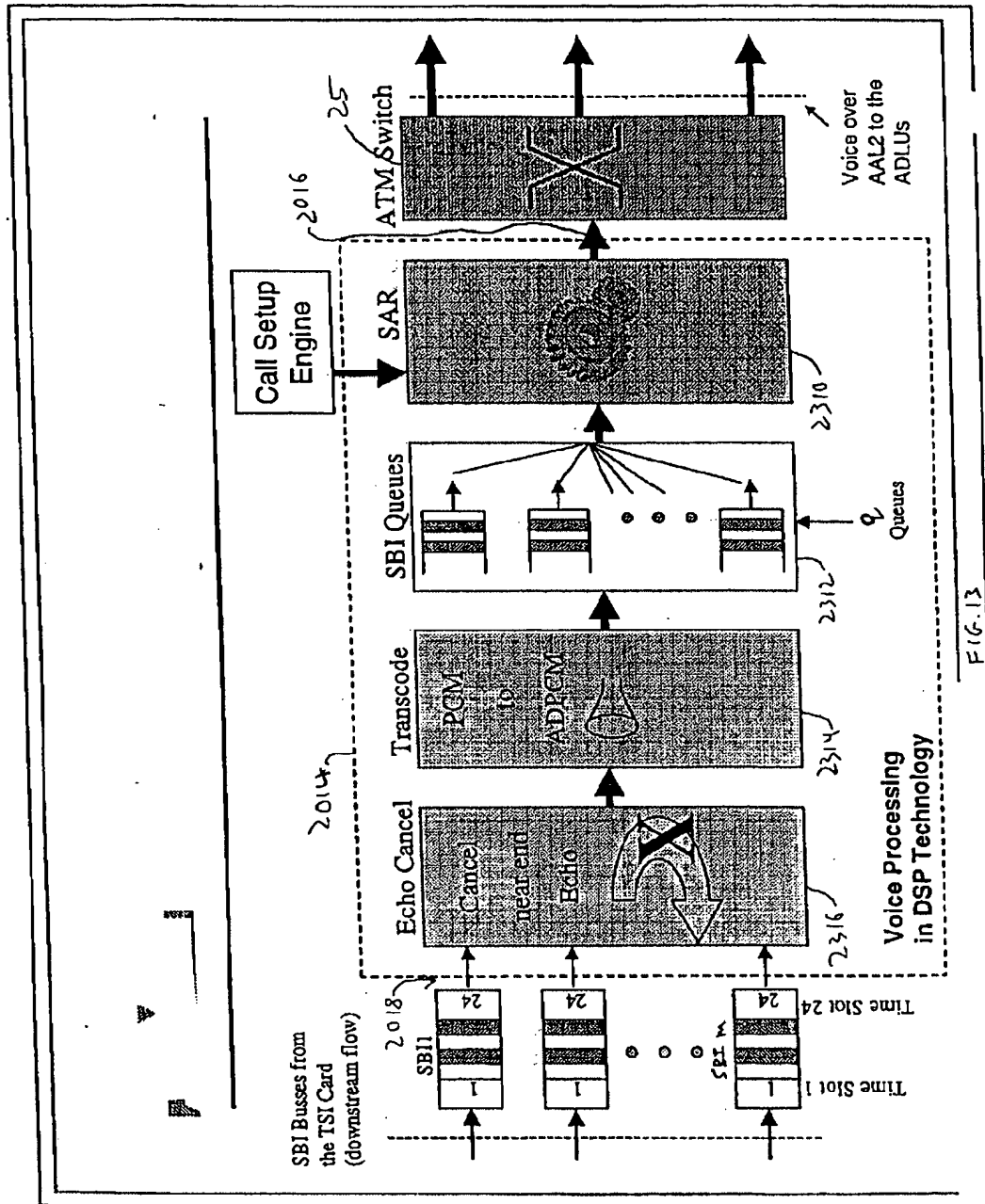


Fig. 14

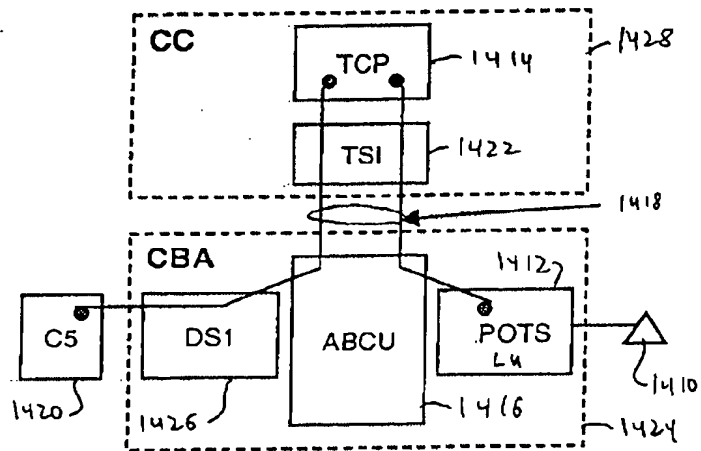


Fig. 15

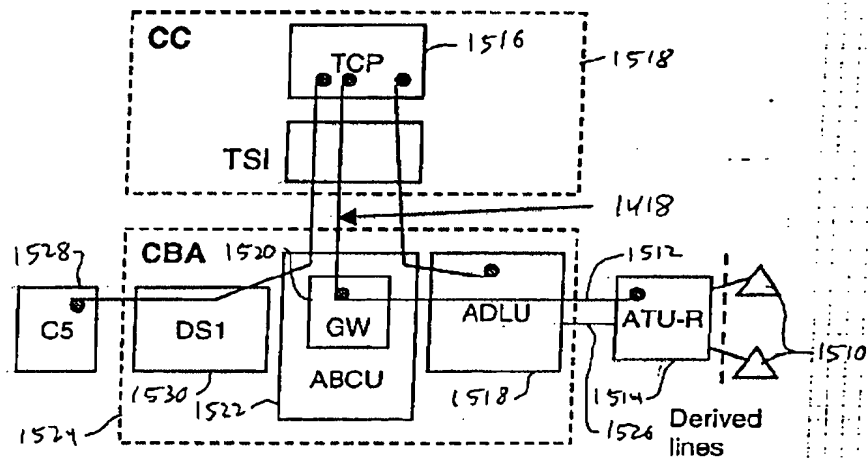


Fig. 15

Fig. 16

TR-08 WITHOUT DERIVED LINES

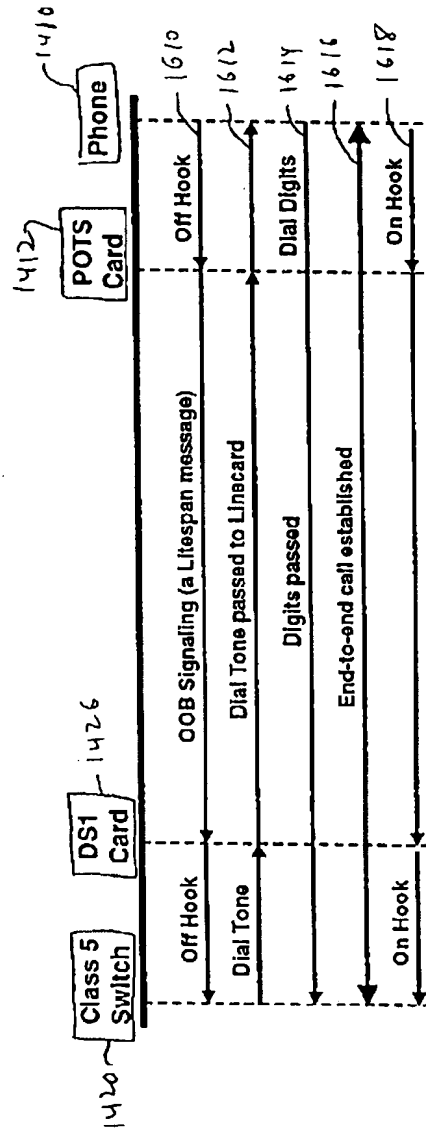


Fig. 16

Fig. 17

TR-08 WITH DERIVED LINES

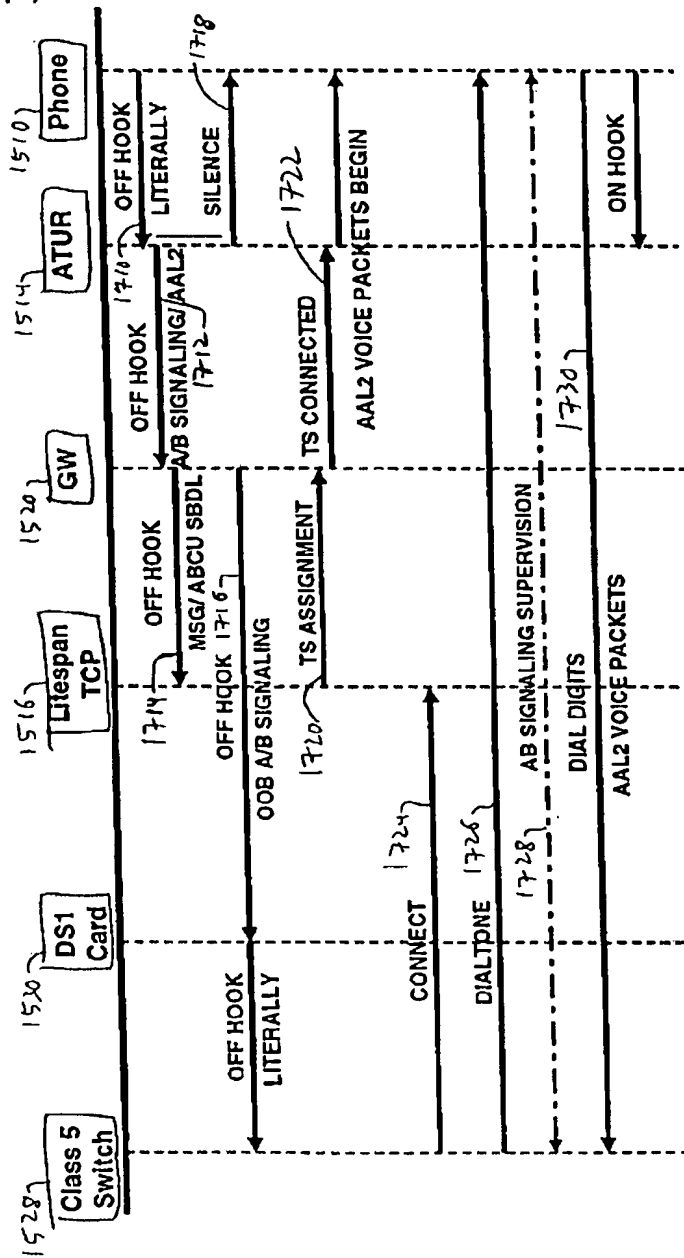


Fig. 17

Fig. 18

GR-303 WITHOUT DERIVED LINES

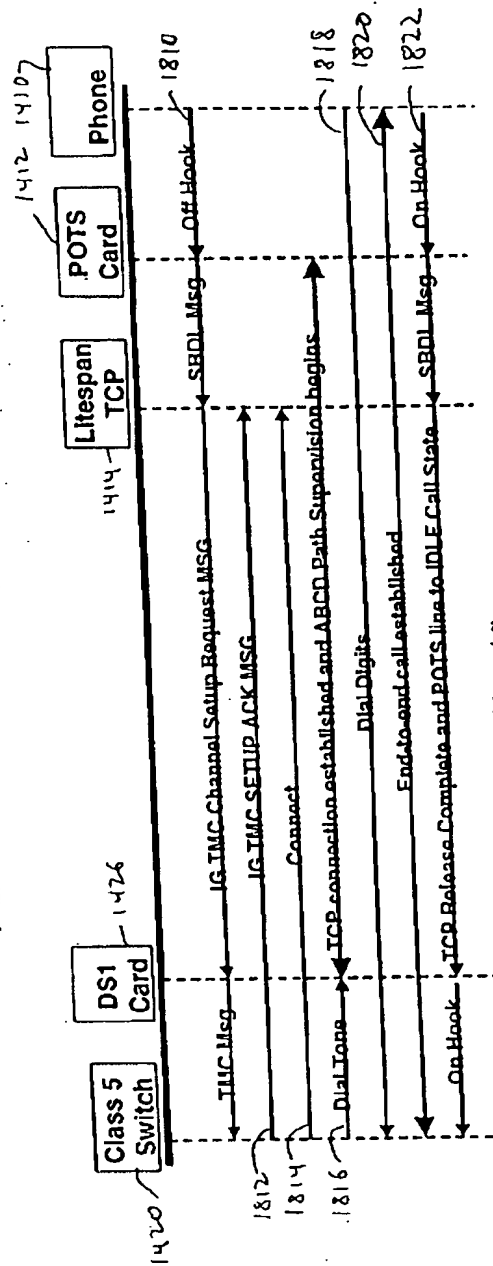


Fig. 18

Fig. 19

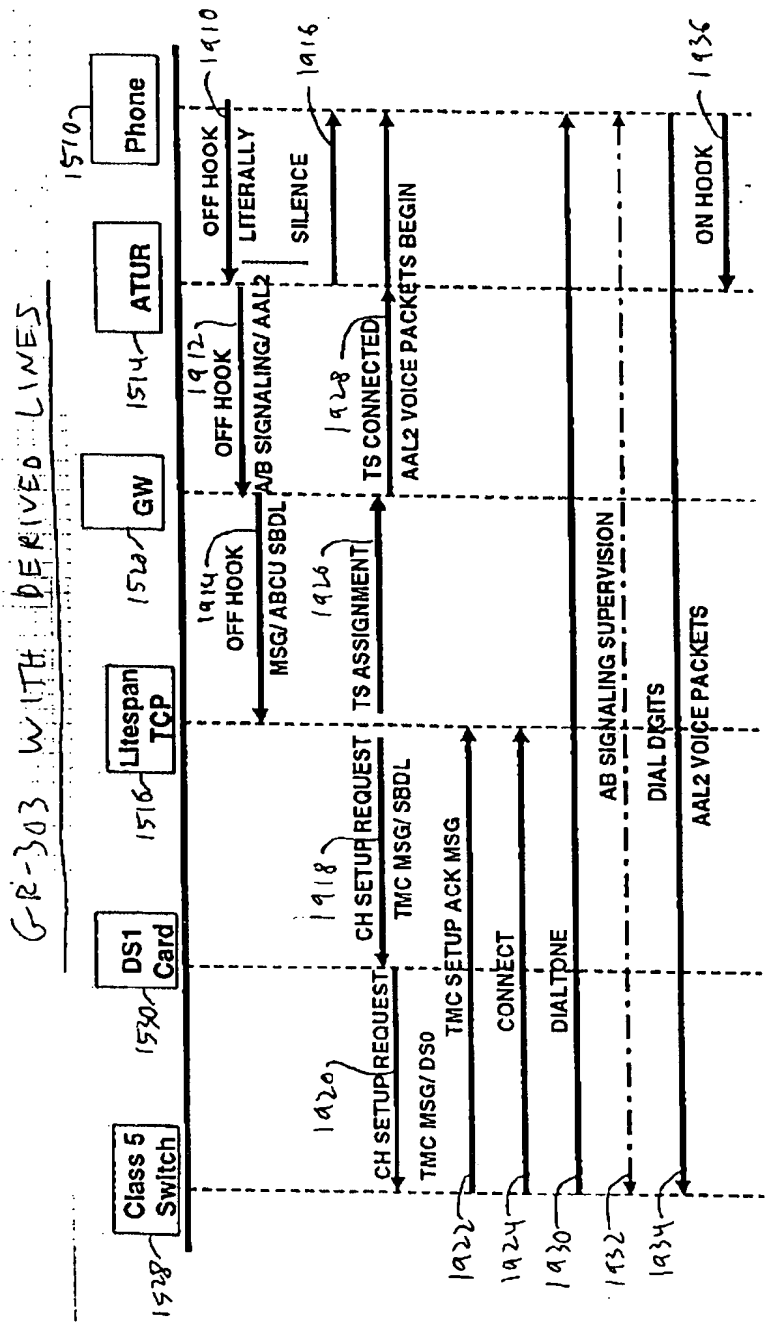


Fig. 19

1. Abstract

A network node includes a TDM-ATM gateway that performs loop functions on behalf of one or more narrowband derived lines. The gateway is incorporated into the same equipment that performs routing of network traffic. The routing can involve switching or multiplexing or both, and it can consist of ATM cell routing or TDM traffic routing or both. In an embodiment, the gateway is incorporated into an integrated DLC/DSLAM access node. A single Element Management System may be used to manage the integrated DLC/DSLAM/Gateway equipment.

2. Representative Drawing

Fig. 3